«РАДИО»-РАДИОЛЮБИТЕЛЯМ



РАДИ

РАДИО

РАДИО-



МАССОВАЯ
РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 850

«РАДИО»— РАДИОЛЮБИТЕЛЯМ

Сборник описаний избранных конструкций, опубликованных в журнале «Радио» за 1968—1970 гг.



«ЭНЕРГИЯ» • МОСКВА 1974

6Ф2.9
Р15
УДК 621.37/39

Р15 «Радио» — радиолюбителям. Сборник описаний избранных конструкций, опубликованных в журнале «Радио» за 1968—1970 гг. М., «Энергия», 1974.

352 с. с ил. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 850).

Описания, помешенные в сборнике, содержат все необходимые данные для самостоятельного изготовления предлагаемых конструкций. Это позволяет читателям самой различной квалификации выбрать в сборнике описания конструкций, отвечающих их интересам, знаниям и опыту.

Книга рассчитана на широкий круг радиолюбителей.

Р $\frac{30403\text{-}044}{051(01)\text{-}74}$ 287-74 6Ф2.9

СОСТАВИТЕЛИ: ВИКТОР ГАВРИЛОВИЧ БОРИСОВ, ЭДУАРД ПАВЛОВИЧ БОРНОВОЛОКОВ, ИВАН ВИССАРИОНОВИЧ КАЗАНСКИЙ, ВИКТОР ФЕДОРОВИЧ КОСТИКОВ, ЛИДИЯ ВАСИЛЬЕВНА ЦЫГАНОВА

«Радио» — радиолюбителям

Редактор **В. И. Осипов**
Редактор издательства **А. П. Алешкин**
Переплет художника **А. А. Иванова**
Художественный редактор **Д. И. Чернышев**
Технический редактор **О. Д. Кузнецова**
Корректор **Г. Г. Желтова**

Сдано в набор 26/VII 1973 г. Подписано к печати 18/VI 1974 г. Т-01189
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага маш.-мелов. Усл. печ. л 18,48 Уч.-изд. л. 23,95
Тираж 60 000 экз. доп. Зак. 237. Цена 1 р. 17 к.

Издательство «Энергия», Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Владимирская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
Гор. Владимир, ул. Победы, д. 18-б.

Предисловие

В нашей стране нет, пожалуй, такого уголка, где бы не было радиолюбителей. Увлекаются радиотехникой, электроникой, радиоспортом миллионы людей. И в этом нет ничего удивительного, так как у нас всячески поощряются любовь и тяга к радиотехническим знаниям. К услугам энтузиастов радиотехники сотни радиоклубов ДОСААФ с хорошо оборудованными лабораториями и мастерскими, обширная сеть радиотехнических кружков, курсов, школ, коллективных радиостанций. Именно поэтому число советских радиолюбителей непрерывно растет.

Говоря о радиолюбительстве — этом подлинном творчестве миллионов, нельзя не вспомнить замечательные слова, сказанные выдающимся советским ученым акад. С. И. Вавиловым.

«Ни в одной области человеческих знаний, — говорил он, — не было такой массовой общественно-технической самодеятельности, охватывающей людей самых различных возрастов и профессий, как в радиотехнике. Радиолюбительство — это могучее движение, которое привело к участию в радиоэкспериментах тысячи энтузиастов, посвящающих свой досуг технике. Оно носило и носит в себе идею служения своей Родине, ее техническому процветанию и культурному развитию».

Вся история радиолюбительского движения в нашей стране, все практические дела советских радиолюбителей, их участие в решении проблем, стоящих перед наукой и техникой, их успехи в любительском конструировании и радиоспорте — лучшее подтверждение этих слов. Для советских радиолюбителей никогда не было и нет более важной цели, чем бескорыстное служение интересам любимой Родины.

Радиолюбительство в нашей стране прошло большой и славный путь. За полвека своего развития оно превратилось в мощное движение энтузиастов радиотехники, массовую школу подготовки кадров для народного хозяйства и обороны страны. Год от года советские радиолюбители все смелее и шире вторгаются в мир радиоэлектроники, открывая ее новые стороны, новые грани и возможности. Необычайно разнообразны их творческие интересы, неисчерпаема изобретательность, оригинальны многие технические идеи, которые они воплощают в создаваемых ими приборах и устройствах. Об этом весьма убедительно свидетельствует каждая выставка творчества радиолюбителей-конструкторов, на которой, как правило, представляются почти все основные направления современной радиотехники и электроники. Об этом же свидетельствуют страницы журнала «Ра-

дио» и книги серии МРБ издательства «Энергия», в которых систематически публикуются описания лучших любительских разработок. Они показывают не только высокий уровень мастерства наших радиолюбителей-конструкторов, но и их постоянное стремление активно участвовать во всенародной борьбе за технический прогресс.

В предлагаемом вниманию читателей сборнике помещены описания лучших любительских конструкций, которые были опубликованы на страницах журнала «Радио» за последние три года Это — любительские телевизоры и магнитофоны, приемники и усилители низкой частоты, электромузыкальные инструменты и другие популярные конструкции.

Нам особенно приятно, что этот сборник выходит в год пятидесятилетия журнала «Радио» и двадцатипятилетия Массовой радиобиблиотеки, которые всегда считали и считают своим долгом всячески способствовать развитию радиолюбительского творчества, уделяя большое внимание пропаганде и популяризации важнейших направлений радиотехники и электроники, во многом определяющих нынешний этап и перспективы современного научно-технического прогресса.

Журнал «Радио» из года в год, из номера в номер практически знакомит своих читателей с новой техникой, с новыми направлениями, которые возникли и развиваются в современной радиоэлектронике. Так, благодаря широкой пропаганде полупроводниковых приборов в научно-популярных статьях, справочных материалах, многочисленных описаниях различных конструкций, тысячи и тысячи радиолюбителей освоили и ныне успешно применяют транзисторы. Лучшей иллюстрацией этому являются описания многих конструкций, публикуемые в настоящем сборнике.

В последнее время журнал стал знакомить своих читателей с аппаратурой так называемого третьего поколения — с приборами на интегральных схемах и других элементах микроэлектроники. И здесь мы видим свою задачу в том, чтобы научить радиолюбителей умению применять новые электронные элементы в своих конструкциях. С этой целью на страницах журнала уже опубликован ряд практических материалов.

В служении интересам Родины, в дальнейшей мобилизации советских радиолюбителей на активное участие в борьбе за претворение в жизнь решений XXIV съезда КПСС, в пропаганде достижений отечественной радиоэлектроники и успехов радиолюбительского творчества и впредь видит коллектив нашего журнала свою цель, свою главную задачу.

Ф. ВИШНЕВЕЦКИЙ,
главный редактор журнала
«Радио»

ГЛАВА ПЕРВАЯ

РАДИОПРИЕМНИКИ

Портативный транзисторный

Практическое знакомство радиолюбителей с приемной аппаратурой начинается, как правило, с постройки и налаживания приемника прямого усиления. После одного-двух таких приемников радиолюбитель обычно приступает к изучению и конструированию супергетеродина, обладающего лучшими, чем приемник прямого усиления, чувствительностью и избирательностью.

Этот период радиолюбительского творчества можно значительно сократить, а расход материалов и деталей уменьшить, если эту работу проводить на базе одной исходной конструкции. Например, сначала собрать и наладить однодиапазонный приемник прямого усиления, предусмотрев на его плате место для дальнейшего совершенствования. Затем преобразовать его в супергетеродин, сохранив без изменений всю низкочастотную часть и блок питания. В дальнейшем приемник можно дополнить вторым диапазоном, повысить его выходную мощность. Именно такой трансформирующийся приемник разработал для радиолюбителей инженер В. А. Васильев. С его разрешения мы рассказываем об этом приемнике читателям «Массовой радиобиблиотеки».

Итак, первый этап — однодиапазонный приемник прямого усиления. Его внешний вид показан на рис. 1-1. Наружные размеры корпуса приемника 60×150×255 *мм*, масса, включая батарею питания, около 1 *кг*. Без каких-либо коммутаций входной цепи он перекрывает диапазон волн примерно от 300 до 2 000 *м*, т. е. полностью длинноволновый и частично средневолновый радиовещательные диапазоны. Штыревая телескопическая антенна, встроенная в корпус приемника, в дальнейшем, когда приемник станет супергетеродином, будет использоваться для приема радиостанций коротковолнового вещательного диапазона.

Принципиальная схема этого исходного варианта приемника изображена на рис. 1-2. Приемник шеститранзисторный, шестикаскадный. Транзисторы T_1 и T_2 образуют двухкаскадный усилитель высокой частоты (ВЧ); диоды $Д_1$ и $Д_2$ — детекторный каскад, транзисторы T_3—T_6—трехкаскадный усилитель низкой частоты (УНЧ) с двухтактным оконечным усилителем мощности. Выходная мощность приемника около 100 *мвт*.

Прием сигналов радиостанций осуществляется на внутреннюю магнитную антенну *МА* или на внешнюю антенну с заземлением, подключаемым к гнездам *А* и *З*. Чувствительность приемника при работе от магнитной антенны около 10 *мв/м*, при работе от внешней антенны (с заземлением) — 300—500 *мкв*.

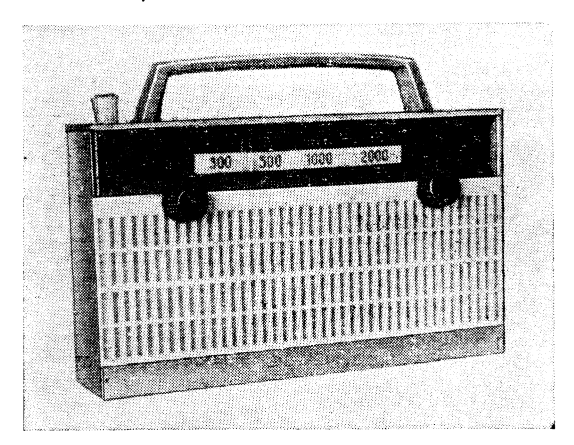


Рис. 1-1. Внешний вид приемника.

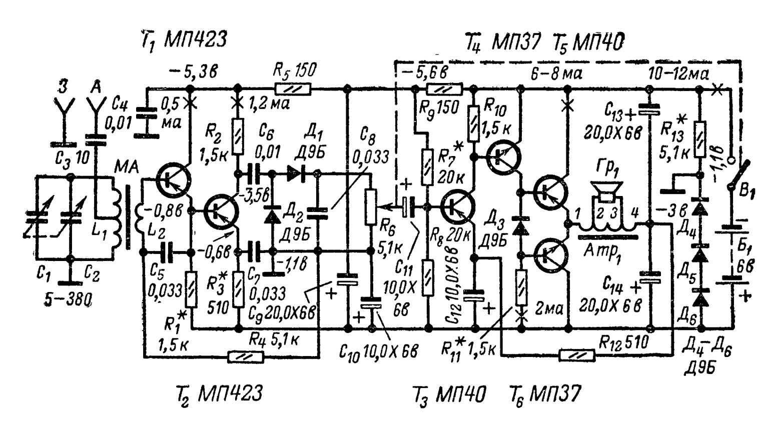


Рис. 1-2. Принципиальная схема варианта приемника прямого усиления.

Источником питания приемника служит батарея $Б_1$ напряжением 6 *в*, составленная из четырех соединенных последовательно гальванических элементов 343 или 373. Средний ток, потребляемый приемником от батареи, не превышает 20 *ма*. Это значит, что энергии такой батареи хватает для непрерывной работы приемника в течение 200 *ч*.

Приемник можно питать и от батареи напряжением 9 *в*, составленной, например, из шести таких же элементов. В этом случае максимальная выходная мощность приемника увеличится до 150 *мвт*.

Приемник сохраняет работоспособность при снижении напряжения питающей его батареи до 3 *в*.

Роль магнитной антенны приемника выполняет катушка индуктивности L_1 и ферритовый стержень, на котором она находится. Вместе с соединенными параллельно конденсаторами переменной емкости C_1 и C_2 она образует входной резонансный контур, с помощью которого приемник настраивают на волну радиостанции. Через катушку связи L_2, находящуюся на ферритовом стержне магнитной антенны, принятый высокочастотный сигнал подается на базу транзистора T_1 первого каскада УВЧ. Этот транзистор включен по схеме эмиттерного повторителя, что повышает входное сопротивление приемника. С нагрузочного резистора R_1 высокочастотный модулированный сигнал подается непосредственно на базу транзистора T_2 второго каскада УВЧ.

Для устранения отрицательной обратной связи по высокой частоте, которая может возникнуть между эмиттером и базой транзистора T_2 через резистор R_3, эмиттер этого транзистора соединен конденсатором C_7 с «заземленным» проводником.

Обращаем ваше внимание на цепь смещения транзистора T_1 первого каскада УВЧ. На базу этого транзистора через катушку связи L_2, резистор R_4 и «заземленный» проводник подается стабилизированное отрицательное напряжение смещения, которое снимается с делителя, образованного резистором R_{13} и диодами $Д_4$—$Д_6$, включенными последовательно в прямом направлении. Это напряжение относительно плюсового проводника батареи питания равно минус 1,1 *в*. Здесь используется свойство диодов, заключающееся в том, что падение напряжения на них мало изменяется при прохождении прямого тока более 0,6—0,8 *ма*. Сопротивление резистора R_{13} подобрано таким, чтобы обеспечить удовлетворительную работу УВЧ при разряде батареи питания до напряжения 3 *в*. По переменному току высокой и низкой частот диоды $Д_4$—$Д_6$ зашунтированы электролитическим конденсатором C_{10}.

Поскольку стабилизированное напряжение смещения на базу транзистора T_1 подается через «заземленный» проводник приемника, плюсовой проводник батареи питания не должен с ним соединяться. В принципе можно было «заземлить» плюсовой проводник батареи, но это оказалось бы не менее удобным в дальнейшем, когда приемник прямого усиления будет преобразовываться в супергетеродин.

Точечные диоды $Д_1$ и $Д_2$ детекторного каскада включены по схеме умножения напряжения продетектированного сигнала. Высокочастотный модулированный сигнал, поступающий на вход этого каскада через конденсатор C_{10}, снимается с нагрузочного резистора R_2 коллекторной цепи транзистора T_2. Переменный резистор R_6 является одновременно нагрузкой детектора и регулятором громкости. Создающееся на нем напряжение низкой (звуковой) частоты через его движок и электролитический конденсатор C_{11} подается на вход УНЧ. Верхнее (по схеме) положение движка резистора R_6 соответствует наибольшему, нижнее — наименьшему уровню громкости радиоприема.

Для УНЧ использованы транзисторы структуры *p-n-p* (T_3 и T_5) и *n-p-n* (T_4 и T_6). Связь выходного двухтактного усилителя мощности с громкоговорителем осуществлена через автотрансформа-

тор $Атр_1$, включенный между эмиттерами транзисторов T_5 и T_6 этого каскада и общей точкой электролитических конденсаторов C_{13} и C_{14}, что улучшает условия работы приемника при частично разряженной батарее, а также повышает экономичность приемника в целом. Автотрансформаторная связь, кроме того, позволила без снижения качества работы усилителя уменьшить емкость конденсаторов C_{13} и C_{14} до 20 *мкф*.

Транзисторы T_3 и T_4 усилителя включены по схеме с общим эмиттером, транзисторы T_5 и T_6 — по схеме с общим коллектором. Связь между всеми транзисторами усилителя непосредственная: коллектор транзистора T_3 соединен непосредственно с базой транзистора T_4, а коллектор этого транзистора — непосредственно с базами транзисторов T_5 и T_6. Такая связь обеспечивает достаточно высокую стабильность работы каскадов и постоянство напряжения на эмиттерах транзисторов выходного каскада, которое должно быть равно половине напряжения батареи питания. Повышению стабильности способствует и глубокая отрицательная обратная связь по постоянному напряжению, охватывающая все каскады УНЧ. Напряжение отрицательной обратной связи снимается с эмиттеров транзисторов T_5 и T_6 выходного каскада и через обмотку автотрансформатора $Атр_1$ и резистор R_{12} подается в цепь эмиттера транзистора T_3.

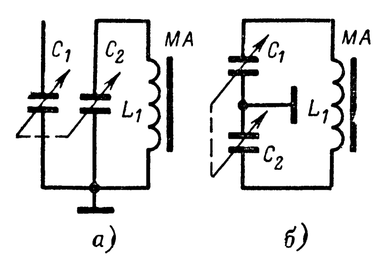


Рис. 1-3. Схемы возможных вариантов включения секций блока КПЕ в контур магнитной антенны.

Транзисторы T_5 и T_6 работают в режиме усиления класса В. Но с целью снижения искажений, вносимых двухтактным каскадом при относительно малом уровне входного сигнала, на базы транзисторов подается небольшое (доли вольта) начальное стабилизированное отрицательное напряжение смещения. Напряжение смещения на базах транзисторов создается диодом $Д_3$ за счет проходящего через него тока транзистора T_4 второго каскада УНЧ.

Чтобы предотвратить паразитные связи между УВЧ и УНЧ приемника через общий источник питания, напряжения на коллекторы транзисторов T_1 и T_2, а также на делитель R_7R_8, с которого снимается напряжение смещения на базу транзистора T_3, подаются через Г-образные ячейки развязывающих фильтров R_9C_9 и R_5C_4.

Стабилизация режимов работы транзисторов потребовала увеличения числа диодов, используемых в приемнике, но это позволило существенно упростить подбор транзисторов и налаживание приемника.

При одних и тех же данных катушки L_1 магнитной антенны диапазон волн, перекрываемый приемником, может быть изменен путем использования различных способов включения во входной контур секций блока конденсаторов переменной емкости C_1 и C_2. Когда секции блока соединены параллельно, входной контур перекрывает, как мы уже говорили, диапазон волн от 300 до 2 000 *м*. Если же в контур включить только одну секцию блока КПЕ, как показано на рис. 1-3, *а*, диапазон волн будет 250—1 500 *м*. В контур можно вклю-

чить обе, но последовательно соединенные секции, как показано на рис. 1-3,*б*. В этом случае приемник станет перекрывать диапазон волн примерно от 200 до 1 100 *м*.

Диапазон волн может быть несколько смещен в сторону более коротких или более длинных волн изменением положения катушки L_1 на ферритовом стержне. В первом случае катушку L_1 надо сместить ближе к краю стержня, во втором — приблизить ее к середине стержня.

Вид на приемник сзади и его монтажная плата с разметкой отверстий в ней показаны на рис. 1-4. Корпус склеен из листового

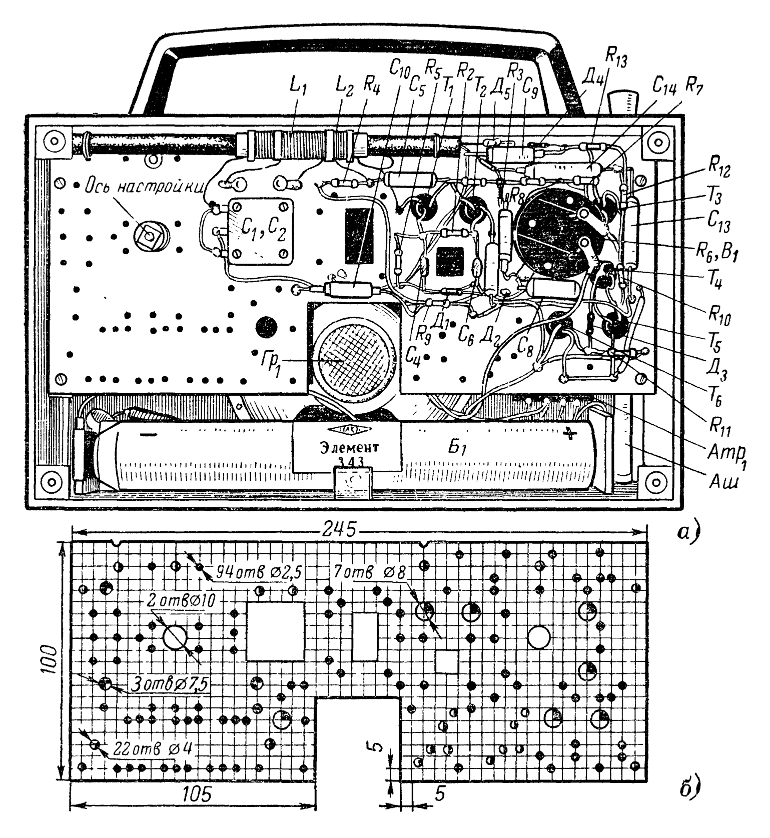


Рис. 1-4. Конструкция (*а*) и разметка монтажной платы (*б*) приемника.

цветного органического стекла толщиной 3 *мм* (можно сделать из хорошо проклеенной фанеры толщиной 3—4 *мм*, оклеить шпоном ценной породы древесины и отполировать). Сзади он плотно закрывается органическим стеклом темного цвета. К внутренней стороне лице-

вой стенки корпуса жестко прикреплены громкоговоритель, токосъемники батареи питания и штыревая телескопическая антенна (от приемников «Сувенир», «Спидола»). Монтажная плата, выпиленная из листового гетинакса или гекстолита толщиной 1,5—2 *мм*, крепится четырьмя винтами М3 к стойкам, приклеенным к боковым стенкам корпуса.

Габариты монтажной платы и расположение отверстий в ней выбраны с учетом превращения приемника прямого усиления в супергетеродин и последующего совершенствования его. Отверстия диаметром 2,5 *мм* предназначены для монтажных гнезд (пустотелых заклепок), отверстия диаметром 8 *мм* для закрепления в плате корпусов

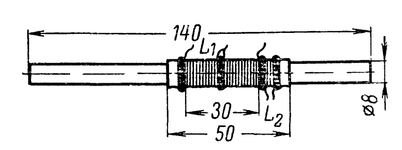


Рис. 1-5. Магнитная антенна.

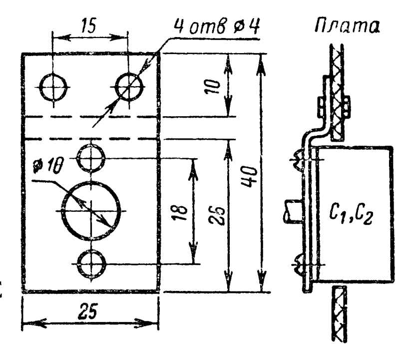


Рис. 1-6. Крепление блока КПЕ на плате.

транзисторов, диаметром 4 *мм* — под крепежные винты и выводы транзисторов средней мощности, которые в дальнейшем будут использованы для увеличения выходной мощности усилителя приемника до 350—400 *мвт*. Правое (по рис. 1-4, *б*) отверстие диаметром 10 *мм* предназначено для переменного резистора R_6, левое — для втулки оси верньерного устройства настройки приемника. Вырез в нижней части платы сделан под магнитную систему громкоговорителя, а прямоугольный и квадратный вырезы малых размеров (20×10 и 10×10 *мм*) — под экраны трех полосовых фильтров промежуточной частоты супергетеродинного варианта приемника. Полукруглые вырезы в верхней кромке платы и два отверстия диаметром 4 *мм* под ними служат для крепления на плате ферритового стержня магнитной антенны.

В качестве монтажных опор можно использовать как готовые, так и самодельные гнезда, представляющие собой трубки диаметром 2,5 *мм* и длиной на 1—1,5 *мм* толще платы, согнутые из медной или латунной фольги, которые плотно вставлены в отверстия в плате и расклепаны с обеих ее сторон. В гнезда впаивают проволочные выводы деталей, соединяют их с другими элементами приемника. Все детали, а также соединительные проводники находятся со стороны монтажной платы, обращенной к задней стенке корпуса (на рис. 1-4, *а* конденсатор C_{12} не виден, так как находится под конденсатором C_{14}). а пайка выполнена с другой стороны платы, что практически исключает порчу деталей паяльником во время монтажа.

Для магнитной антенны (рис. 1-5) использован ферритовый стержень марки 400НН диаметром 8 *мм* и длиной 140 *мм*. Находящиеся на нем катушки L_1 и L_2 намотаны на подвижной бумажной гильзе,

склеенной из тонкой бумаги. Катушка L_1 содержит 120 витков с отводом от середины (для подключения внешней антенны), а катушка L_2 — 5 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛШО 0,12—0,14. Крайние витки катушки можно закрепить на гильзе каплями клея или колечками из полихлорвиниловой или резиновой трубки.

Настройка входного контура на сигналы радиовещательных станций осуществляется малогабаритным блоком конденсаторов переменной емкости (КПЕ) чехословацкой фирмы «Тесла». Секции блока соединены параллельно (по схеме на рис. 1-2). Корпус блока находится в квадратном вырезе (25×25 *мм*) в монтажной плате и прикреплен к ней с внутренней стороны с помощью металлической

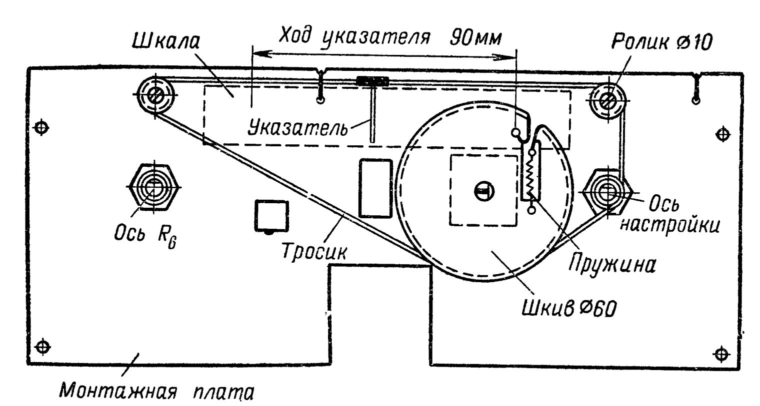


Рис. 1-7. Схема верньерного устройства.

пластинки, чертеж которой показан на рис. 1-6. Плавность настройки достигается за счет верньерного устройства, замедляющего вращение оси КПЕ в несколько раз.

Все детали верньерного устройства находятся на монтажной плате со стороны, обращенной к лицевой стенке корпуса приемника (рис. 1-7). Ведущим узлом, на котором укреплена ручка настройки, служат ось и втулка вышедшего из строя переменного резистора типа ТК или СП (с удлиненной осью). Шкив и направляющие ролики выпилены лобзиком из листового органического стекла толщиной 5 *мм*. Желобки на них для тросика можно пропилить надфилем или напильником с мелкой насечкой. В качестве тросика использована шелковая крученая (или капроновая) нитка. Проволочный указатель настройки, покрашенный цветной краской, приклеен к тросику. Шкала с нанесенными на нее делениями закреплена на картонной подложке.

При диаметре шкива 60 *мм* ход указателя настройки будет около 90 *мм*.

Батарея питания, составленная из гальванических элементов, находится в кассете (рис. 1-8), представляющей собой цилиндр, склеенный из плотной бумаги в несколько слоев. Для элементов 343 внутренний диаметр кассеты должен быть 25 *мм*, длина 180 *мм*, для элементов 373 — соответственно 34 и 230 *мм*. Кассету вместе с находящейся в ней батареей с торцов фиксируют пружинящие токосъемники,

изготовленные из листовой латуни или бронзы. Токосъемники соединены с монтажной платой многожильными проводниками в хлорвиниловой изоляции.

Для работы в каскадах УВЧ можно использовать любые высокочастотные маломощные транзисторы (П401-П403, П416, П422, ГТ309) со статическим коэффициентом усиления по току $B_{ст}=60\div80$, в УНЧ — любые низкочастотные маломощные транзисторы соответствующей структуры (*p-n-p* — МП39—МП42, *n-p-n* — МП35—МП38) с $B_{ст}=40\div60$. Для выходного каскада желательно использовать транзисторы с более высокими, но близкими коэффициентами $B_{ст}$ и возможно одинаковыми обратными токами коллекторов $I_{к0}$.

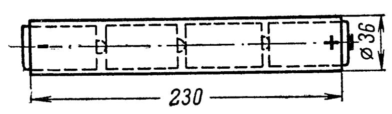


Рис. 1-8. Кассета батареи гальванических элементов.

В детекторном каскаде ($Д_1$, $Д_2$) можно использовать любые точечные диоды. Диоды $Д_3$—$Д_6$ должны быть германиевыми; пригодны диоды Д2Б—Д2Д и Д9Б—Д9Е.

Переменный резистор R_6— типа ТК или ТК-Д сопротивлением 4,7—10 *ком*. Выключатель, находящийся на нем, используется для включения батареи питания (B_1). Все постоянные резисторы могут быть типов УЛМ, МЛТ-0,12, МЛТ-0,5. Без ущерба для работы приемника их номиналы могут отличаться от указанных на схеме в пределах +10%. Номиналы резисторов R_1, R_3, R_7, R_{11} и R_{13} подбирают при налаживании приемника.

Конденсаторы постоянной емкости C_4 и C_6 — типа КЛС, БМ-2 емкостью 0,01—0,05 *мкф* или КДС емкостью 6 800 *пф*; C_5, C_7 и C_8 — типа БМ-2, МБМ или КЛС емкостью 0,033—0,05; C_3 — КТК-1а или самодельный емкостью 6,8 — 10 *пф*.

Электролитические конденсаторы могут быть типов ЭМ, К50-3 или фирмы «Тесла», на рабочее напряжение не менее 6 *в*. Можно, разумеется, использовать и конденсаторы К50-6, предусмотрев заранее соответствующие отверстия для их выводов. Емкости конденсаторов C_9, C_{10} и C_{12} могут быть в пределах 10—15 *мкф*, конденсатора C_{11} — от 3 до 20 *мкф*, конденсаторов C_{13} и C_{14} — не менее 20 *мкф*. Если в дальнейшем приемник предполагается питать от батареи напряжением 9 *в*, то конденсатор C_9 должен быть на рабочее напряжение не менее 10 *в*.

Выходной автотрансформатор $Атр_1$ самодельный. Его сердечник собран из пластин Ш10 (можно Ш8), толщина набора 10 *мм*. Можно, например, использовать сердечник негодного согласующего трансформатора абонентского (радиотрансляционного) электродинамического громкоговорителя. Вся обмотка автотрансформатора содержит 220 витков провода ПЭВ-1 (или ПЭЛ) 0,27—0,35. Отвод *2* (см. схему на рис. 1-2) сделан от 40-го витка, отвод *3* — от 120-го витка. Пластины сердечника собирают вперекрышку.

Громкоговоритель $Гр_1$ может быть мощностью 0,5—1 *вт* со звуковой катушкой сопротивлением 4,5—6,5 *ом*, например 0,5ГД-10, 0,5ГД-20 или 1ГД-18. Если громкоговоритель окажется со звуковой катушкой большого сопротивления, например 8—10 *ом*, его подключают к выводам *3—4* автотрансформатора. Громкоговоритель со звуковой катушкой сопротивлением 20—30 *ом*, например типа 0,5ГД-14 (28 *ом*), включают непосредственно между эмиттерами транзисторов

T_5 и T_6 и общей точкой электролитических конденсаторов C_{13} и C_{14}; автотрансформатор в этом случае не нужен.

Монтажные гнезда целесообразно пропаивать после того, как в них будут вставлены выводы деталей, концы соединительных проводников и тщательно проверен монтаж по принципиальной схеме. Это избавит от ошибок, лишних перепаек и перегрева деталей. Выводы катушек L_1 и L_2 целесообразно припаивать не непосредственно к монтажным гнездам, а к впаянным в них отрезкам медного луженого провода толщиной 0,3—0,5 и длиной по 10—15 *мм*, к тому же в последнюю очередь.

Прежде чем включить питание, надо тщательно проверить весь монтаж. Особое внимание следует обратить на правильность подключения выводов транзисторов, полярность диодов, электролитических конденсаторов и батареи питания. После этого к разомкнутым контактам выключателя питания можно подключить миллиамперметр на ток 25—30 *ма*, чтобы измерить общий ток, потребляемый приемником от батареи. Этот ток не должен превышать 12—15 *ма*. Значительно больший ток укажет на возможную ошибку в монтаже или неисправность каких-то деталей Причиной большого тока может быть, например, неправильная полярность подключения конденсаторов C_{13} и C_{14}, диода $Д_3$, значительный ток утечки конденсатора C_9. Если такую проверку общего тока, потребляемого приемником, не сделать, то при случайном замыкании в цепи питания батарея быстро разрядится и конструктор окажется в затруднительном положении. Неисправные детали приемника надо искать с помощью авометра при выключенном питании.

Допустим, что все детали исправны, в монтаже ошибок нет, все элементы батареи новые и общий ток, потребляемый приемником, не превышает нормального. Тогда при включении питания в громкоговорителе приемника должен появиться слабый шум, а при вращении оси конденсатора настройки слышны передачи местной или отдаленной мощной радиовещательной станции. Громкость звука должна плавно изменяться при вращении ручки переменного резистора R_6 в направлении движения часовой стрелки. Если, наоборот, громкость нарастает при вращении ручки резистора против движения часовой стрелки, это укажет на необходимость перемены местами проводников, идущих к его крайним выводам.

Не надо забывать, что магнитная антенна обладает направленными свойствами. Это значит, что для настройки приемника антенну необходимо поворачивать в горизонтальной плоскости, ориентируя ее на радиостанцию. Наиболее громкий прием будет, когда стержень магнитной антенны находится под прямым углом по отношению к станции.

Не исключено, что при настройке приемника в громкоговорителе кроме шума, потрескиваний атмосферных помех и слабых сигналов отдаленных станций ничего другого не будет слышно. Так бывает, когда в выбранном диапазоне волн нет местных или близких мощных радиовещательных станций. Чтобы проверить это предположение, к приемнику надо подключить внешнюю антенну, роль которой может выполнять любой проводник длиной 3—4 *м*, и заземление. Громкость приема отдаленных станций должна значительно возрасти.

Диапазон волн, перекрываемый налаживаемым приемником, проверяют по шкале заводского радиовещательного приемника, настраивая оба приемника на одни и те же станции. Изменить или сместить в ту или иную сторону перекрываемый диапазон можно разными спо-

собами включения во входной контур секций КПЕ, о чем уже говорилось выше, и смещением контурной катушки по ферритовому стержню. Чем ближе к концу ферритового стержня будет сдвинута контурная катушка, тем меньше будет ее индуктивность, тем, следовательно, больше диапазон будет смещен в сторону более коротких волн. Установив нужный диапазон волн, бумажную гильзу, на которой намотаны катушки, закрепляют на ферритовом стержне каплями клея.

Конструктор описываемого приемника позаботился о стабилизации режима работы всех транзисторов. Но у радиолюбителя, повторяющего эту конструкцию, может не оказаться нужных резисторов, транзисторов с рекомендуемыми параметрами, как это часто бывает в радиолюбительской практике. Поэтому режимы работы транзисторов приходится измерять и, если надо, корректировать. На принципиальной схеме (рис 1-2) указаны режимы работы транзисторов по коллекторным токам покоя, т. е. при отсутствии входного сигнала, и напряжениям, измеренным на электродах транзисторов относительно плюсового проводника питания (подчеркиванием: плюсового, а не «заземленного»). Следовательно, измерять режимы транзисторов можно как миллиамперметром, включая его в коллекторные цепи транзисторов (на схеме обозначены крестами), так и вольтметром. Но входное сопротивление вольтметра должно быть не менее 10 *ком/в*, иначе измерения будут со значительными погрешностями. Пригоден, например, авометр Ц-20, включенный на режим измерений постоянных напряжений.

Сначала, включив миллиамперметр в коллекторную цепь транзисторов T_5 и T_6, надо подбором резистора R_7 установить ток в этой цепи в пределах 6—8 *ма*, а затем подбором резистора R_{11} — напряжение на эмиттерах транзисторов этого каскада, равное 3 *в*, то есть половине напряжения источника питания. Коллекторные токи транзисторов T_5 и T_6 можно дополнительно изменять шунтированием диода $Д_3$ резистором сопротивлением 300—500 *ом*. Режим работы транзистора T_1 можно скорректировать подбором сопротивления резистора R_1, режим транзистора T_2 — резистором R_3.

После корректирования режимов работы транзисторов чувствительность и качество звучания приемника должны улучшиться.

Второй этап — преобразование приемника прямого усиления в супергетеродин. Общеизвестно, что избирательность любого радиоприемника зависит от качества и числа резонансных контуров, имеющихся в его высокочастотном тракте, т. е. до детектора. Чем выше качество контуров и больше их число, тем избирательность приемника лучше.

Транзисторный приемник прямого усиления, в том числе и только что описанный, содержит, как правило, всего один резонансный контур — настраиваемый контур магнитной антенны. При относительно низкой чувствительности приемника его малая избирательность практически не ощущается во время приема сигналов местных радиостанций. Но если чувствительность приемника прямого усиления будет достаточно высокой и он окажется способным реагировать на слабые сигналы отдаленных станций, то его низкая избирательность не позволит принимать раздельно каждую станцию без помех со стороны соседних по длине волны станций.

В супергетеродине же дело обстоит иначе. В нем принятый сигнал с помощью гетеродина и смесителя преобразуется в электрические колебания постоянной промежуточной частоты (равной обычно

465 *кгц*), на которой и осуществляется основное усиление сигнала до детектора. Это позволяет увеличить число резонансных контуров, настроенных на промежуточную частоту, и тем самым значительно повысить избирательность приемника. В этом — главное преимущество супергетеродина перед приемником прямого усиления.

Чтобы наш приемник прямого усиления преобразовать в супергетеродин, надо лишь переделать его высокочастотный тракт, а УНЧ и стабилизатор напряжения смещения $R_{13}Д_4—Д_6$ остаются без каких-либо изменений. Принципиальная схема части приемника, которая должна претерпеть такое преобразование показана на рис. 1-9. Под-

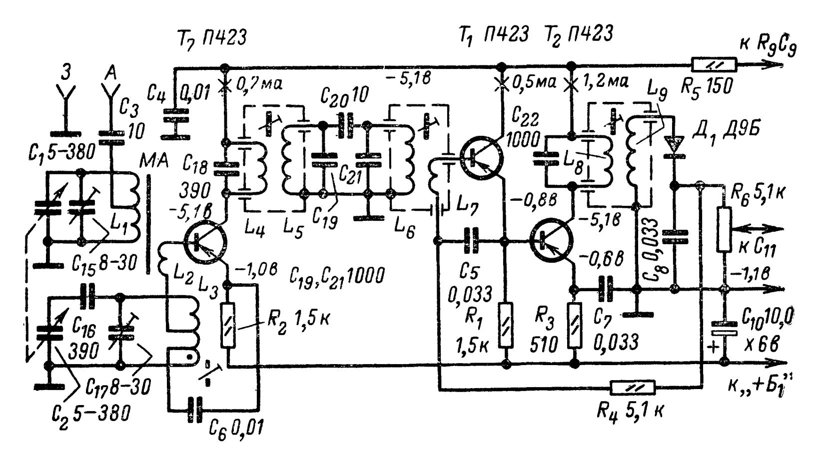


Рис. 1-9. Схема высокочастотной части супергетеродинного варианта приемника.

строчные цифры (индексы) вновь введенных деталей продолжают номера деталей исходного варианта приемника. После такого преобразования чувствительность и избирательность приемника заметно улучшатся, а выходная мощность останется прежней — около 100 *мвт* (при напряжении батареи питания 6 *в*). Промежуточная частота приемника 465 *кгц*

В супергетеродине высокочастотный тракт образуют: входной контур L_1 C_1 C_{15}, настраиваемый на волну радиостанции, преобразователь частоты на транзисторе T_7 и двухкаскадный усилитель промежуточной частоты (ПЧ) на транзисторах T_1 и T_2. Заметим, что в приемнике прямого усиления транзисторы T_1 и T_2 работали в двухкаскадном УВЧ. В приемник введены следующие новые детали: транзистор T_7, катушки $L_3—L_9$ и конденсаторы $C_{15}—C_{22}$. Резистор R_2 в приемнике прямого усиления был нагрузкой транзистора T_2, теперь он включен в цепь эмиттера транзистора T_7, а конденсатор C_6 входа детектора того варианта приемника теперь стал элементом цепи положительной обратной связи между эмиттером и базой транзистора T_7 (через катушку L_3), благодаря которой гетеродин возбуждается. Кроме того, изменены намоточные данные катушки L_1 магнитной антенны *МА* и катушки L_2 связи преобразователя частоты с входным контуром приемника.

Функции гетеродина и смесителя преобразовательного каскада выполняет одновременно транзистор T_7. Для гетеродинной части преобразователя он включен по схеме с общим коллектором, для смесительной — по схеме с общим эмиттером.

Частота электрических колебаний, генерируемых гетеродином, определяется индуктивностью катушки L_3 и суммарной емкостью конденсаторов C_2, C_{16} и C_{17}, образующих колебательный контур гетеродина.

Настройка входного и гетеродинного контуров осуществляется одновременно конденсаторами C_1 и C_2 болка КПЕ.

Напряжение сигнала гетеродина с контура L_3 C_2 C_{16} C_{17} через катушку связи L_2 вместе с напряжением сигнала радиостанции, на которую настроен входной контур $L_1C_1C_{15}$, поступает на базу транзистора T_7. При этом в коллекторной цепи транзистора появляется ток промежуточной частоты, равной разности частот колебаний гетеродина и входного сигнала. В нашем приемнике она равна 465 *кгц*. Сопряжение (согласование) настроек входного и гетеродинного контуров, благодаря чему промежуточная частота остается сравнительно постоянной при любой настройке приемника, достигается подстроечными конденсаторами C_{15} и C_{17}, сопрягающим конденсатором C_{16} и подгонкой индуктивности гетеродинной катушки L_3.

Но коллекторный ток транзистора преобразовательного каскада кроме колебаний промежуточной частоты содержит еще составляющие с частотой гетеродина, входного сигнала и сигналов соседних по частоте радиостанций. Для выделения из коллекторного тока сигнала ПЧ и подавления всех других его составляющих на выход преобразователя включен фильтр сосредоточенной селекции (ФСС), состоящий из резонансных контуров L_5 C_{19} и L_6 C_{21}. Оба контура ФСС настрены на промежуточную частоту (465 *кгц*) и связаны между собой конденсатором C_{20} небольшой емкости (10—12 *пф*). С преобразователем частоты ФСС связан индуктивно — через катушку связи L_4, включенную непосредственно в коллекторную цепь транзистора T_7. Для частот гетеродина катушка L_4 зашунтирована конденсатором C_{18} Отфильтрованный сигнал промежуточной частоты через катушку связи L_7 подается на базу транзистора T_1 первого каскада УПЧ для усиления.

Чтобы предотвратить воздействие на контуры ФСС различных паразитных наводок, катушки L_5 и L_6 заключены в экраны, а экраны «заземлены».

Транзистор T_1 первого каскада УПЧ остается включенным по схеме с общим эмиттером. Напряжение ПЧ, снимаемое с его нагрузочного резистора R_1, подается непосредственно на базу транзистора T_2 второго каскада и усиливается им. Нагрузкой этого транзистора служит резонансный контур L_8C_{22}, настроенный, как и контуры ФСС, на промежуточную частоту.

В принципе нагрузкой транзистора T_2 может оставаться резистор, как это было в приемнике прямого усиления (R_2). Но тогда чувствительность приемника и его избирательность по соседнему каналу несколько ухудшатся. Кроме того, резонансный контур, позволяет осуществить индуктивную связь УПЧ с детектором и обойтись для детектирования одним диодом, а не двумя, как было в приемнике прямого усиления.

Связь УПЧ с детектором, роль которого выполняет диод $Д_1$(диод $Д_2$ удален), осуществляется с помощью катушки L_9, индуктивно связанной с катушкой L_8 нагрузочного контура L_8C_{22} транзистора T_2.

Катушки этого высокочастотного трансформатора, как и катушки контуров ФСС, заключены в «заземленный» экран.

Переменный резистор R_6 остается нагрузкой детектора и регулятором громкости. Колебания низкой частоты, создающиеся на нем, через его движок и конденсатор C_{11} подаются на вход УНЧ.

Как и многие любительские супергетеродины, этот приемник имеет систему автоматического регулирования усиления (АРУ). Она осуществлена путем подключения правого (по схеме) вывода резистора R_4 к общей точке диода $Д_1$ и его нагрузки R_6. С повышением уровня входного сигнала постоянное положительное напряжение на выходе детектора увеличивается, что приводит к уменьшению отрицательного напряжения смещения на базе транзистора T_1. В результате коллекторные токи транзисторов T_1 и T_2 уменьшаются, а вместе с тем снижается и усиление тракта ПЧ.

Аналогичная система АРУ может быть введена и в приемник прямого усиления, что должно улучшить качество приема мощных местных радиовещательных станций.

Данные новых резисторов и конденсаторов указаны на принципиальной схеме. Номиналы конденсаторов, входящих в колебательные контуры, должны быть с допуском не более $\pm 10\%$. Можно использовать конденсаторы КСО, КЛС, ПМ-1. Подстроечные конденсаторы C_{15} и C_{17} — типа КПК-1 с максимальной емкостью 25—30 *пф*.

Катушку L_1 и катушку L_2 связи транзистора T_7 с входным и гетеродинным контурами следует перемотать с учетом выбранного диапазона волн Для приема радиостанций средневолнового диапазона катушка L_1 должна содержать 55 витков, катушка L_2 — 6 витков, и для приема радиостанций длинноволнового диапазона — соответственно 180 и 12 витков провода ПЭЛШО или ПЭВ-1 0,1. Отвод в катушке L_1 надо сделать примерно от середины.

Катушка L_3 гетеродинного контура намотана проводом ПЭВ-1 0,1 на пластмассовом каркасе и размещена в броневом карбонильном сердечнике СБ-12а (СБ-1а). Для диапазона средних волн она должна содержать 76 витков с отводами (считая от начала) от 2-го и 4-го витков, для длинноволнового диапазона — 118 витков с отводами от 3-го и 5-го витков. Вместо броневого сердечника можно применить унифицированный двух- или трехсекционный каркас с ферритовыми кольцами марки 600НН, намотав на него такое же число витков.

Номиналы сопрягающих конденсаторов C_{16} и C_{17} гетеродинного контура, указанные на принципиальной схеме, соответствуют диапазону средних волн. Для диапазона длинных волн паралельно подстроечному конденсатору C_{17} следует подключить керамический или слюдяной конденсатор емкостью 33 *пф*, а конденсатор C_{16} заменить другим конденсатором емкостью 180 *пф*

В приемнике используются фильтры промежуточной частоты от транзисторного приемника «Селга». Внешний вид ФПЧ этой конструкции и монтаж его на плате приемника показаны на рис. 1-10. Он вставлен в отверстие в плате и приклеен к ней клеем БФ-2. Выводы катушки соединены с монтажными заклепками отрезками провода. Такой способ монтажа фильтров обусловлен стремлением сохранить их работоспособность в случае многократных перепаек выводов.

Фильтры ПЧ приемника «Селга» отличают один от другого по цветным меткам на каркасах катушек, выступающих из экранов (рис. 1-10, *а*). Для первого ФПЧ описываемого приемника (L_5C_{19})

использован фильтр с красной меткой, для второго (L_6C_{21}) — с коричневой (или желтой) меткой, для третьего (L_8C_{22}) — с белой меткой. Выводы выходных катушек ФПЧ (L_5, L_7 и L_9) можно определить по небольшим пластмассовым штифтам, выступающим на каркасах вблизи выводов этих катушек (рис. 1-10, *б*).

В супергетеродине можно также использовать самодельные ФПЧ. Для них потребуются каркасы с сердечниками и экраны ФПЧ от таких транзисторных приемников, как «Чайка», «Нева», «Нева-2», «Сокол», «Космос», «Минск», «Планета». Намоточные данные само-

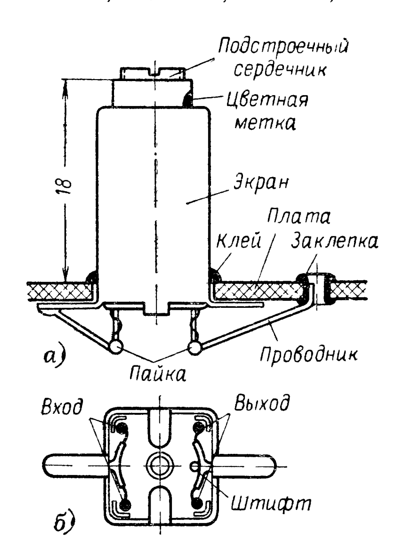


Рис. 1-10. Монтаж фильтра ПЧ.

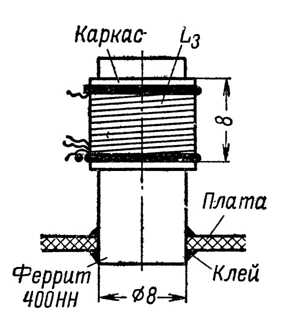


Рис. 1-11. Возможная конструкция гетеродинной катушки СВ (или ДВ) диапазона.

дельных катушек такие же, как в случае применения фильтров приемника «Селга»: L_4 — 50 витков провода ПЭЛШО 0,1, L_5 и L_6 — по 70 витков провода ЛЭВ 5×0,06, L_7—4—7 витков провода ПЭЛШО 0,1, L_8 — 65 витков провода ПЭВ-1 0,1, L_9 — 110 витков ПЭЛШО 0,1. Провод ЛЭВ 5×0,06 можно заменить проводом ПЭЛШО или ПЭВ-1 0,1, но при этом избирательность приемника по соседнему каналу несколько ухудшится

Использование для самодельных ФПЧ броневых сердечников СБ-12а или унифицированных каркасов ФПЧ ламповых приемников нежелательно, так как они еще больше ухудшат избирательность и, кроме того, потребуют установки громоздких экранов.

Катушку L_3 гетеродинного контура можно намотать на бумажном каркасе, размещенном на отрезке ферритового стержня марки 400НН диаметром 8 и длиной 15—20 *мм* (рис. 1-11). Катушка должна содержать: для диапазона СВ — 62 витка с отводами от 2-го и 4-го витков, для диапазона ДВ — 148 витков с отводами от 3-го и 5-го витков. Провод ПЭЛШО или ПЭВ-1 0,1—0,12. Подстройка контура в наиболее длинноволновом участке диапазона осуществляется путем перемещения катушки по стержню, в коротковолновом участке диапазона — подстроечным конденсатором.

На рис. 1-12 показана монтажная плата с дополнительными деталями и теми изменениями в монтаже, которые необходимо внести в связи с переделкой приемника прямого усиления в супергетеродин. Работоспособность преобразователя частоты можно проверить по изменениям постоянного напряжения на эмиттере или коллекторного тока транзистора T_7 при соединении базы этого транзистора с «заземленным» (но не с плюсом питания) проводником. Если преобразователь работает, то при замыкании базовой цепи, когда колебания гетеродина срываются, напряжение на эмиттере и коллекторный ток

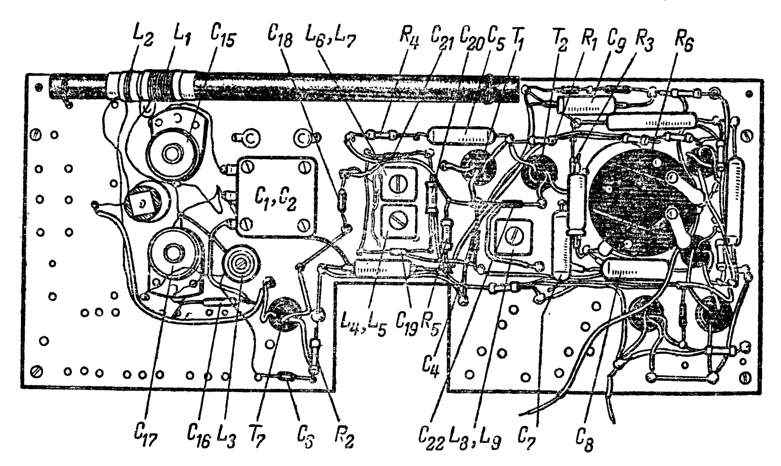


Рис. 1-12. Монтажная плата супергетеродинного варианта приемника.

транзистора должны немного уменьшаться. Если таких изменений режима транзистора нет, то надо проверить, так ли, как надо, включены выводы катушки L_3, нет ли замыканий в гетеродинном контуре.

Настройку контуров высокочастотного тракта приемника можно производить по сигналам радиостанций, пользуясь при этом контрольным (промышленным) приемником. Делают это так. Подстроечные сердечники всех катушек, в том числе ФПЧ, и роторы подстроечных конденсаторов гетеродинного и входного контуров устанавливают в среднее положение и, вращая ручку блока КПЕ, настраивают приемник на какую-либо станцию. Затем подстроечными сердечниками подстраивают контуры ФПЧ, добиваясь наиболее громкого приема этой станции. Первым подстраивают контур L_8C_{22}, вторым — контур L_6C_{21}, третьим — контур L_5C_{19}. Чем сигнал радиостанции слабее, тем точнее могут быть подстроены резонансные контуры ФПЧ на промежуточную частоту приемника.

После этого приступают к укладке диапазона волн, перекрываемого приемником, и сопряжению настроек гетеродинного и входного контуров. Делать это лучше в вечернее время, когда улучшаются условия прохождения радиоволн. Сначала роторы секций блока КПЕ устанавливают в положение, соответствующее наиболее длинноволновому участку диапазона (около 550 *м* диапазона СВ или 1 800 *м* диапазона ДВ), и сердечником гетеродинной катушки L_3 настраива-

ют приемник на одну из станций, работающих в этом участке диапазона. Далее, перемещая катушку L_1 по ферритовому стержню и добиваясь таким способом наиболее громкого приема той же станции, подстраивают входной контур преобразователя частоты под контур гетеродина. Затем приемник перестраивают на наиболее коротковолновую станцию диапазона (около 200 *м* диапазона СВ или 800 *м* диапазона ДВ), и, сначала конденсатором C_{17}, затем конденсатором C_{15}, подстраивают гетеродинный и входной контуры на волну этой станции.

Настройку гетеродинного контура и сопряжение контуров преобразователя надо в такой же последовательности повторить два-три раза, стремясь к тому, чтобы чувствительность приемника по всему диапазону была примерно одинаковой. После этого следует произвести повторную, более точную подстройку контуров ФПЧ, что обычно улучшает качественные показатели супергетеродина.

Чтобы подстроечные сердечники контурных катушек не смещались самопроизвольно, их полезно приклеить к каркасам катушек каплями лака или нитроэмали.

Третий этап — введение второго диапазона и повышение выходной мощности. Чтобы супергетеродин стал двухдиапазонным, в его преобразовательный каскад надо ввести дополнительный комплект колебательных контуров и переключатель диапазонов, а чтобы повысить выходную мощность — добавить к его УНЧ усилитель мощности.

Полная принципиальная схема супергетеродина с такими дополнениями показана на рис. 1-13. Новыми деталями являются: в преобразователе частоты — катушки L_{10}—L_{12}, конденсаторы C_{23}—C_{27} и переключатель диапазонов B_2 с контактными группами $B_{2а}$—$B_{2г}$, а в УНЧ — транзисторы T_8, T_9 и резисторы R_{14} и R_{15}. В УНЧ, кроме того, увеличены сопротивление резистора R_{11}, емкости конденсаторов C_{13} и C_{14} и немного иначе включен громкоговоритель (вывод *4* автотрансформатора $Атр_1$ не используется). Второй диапазон, введенный в приемник, — коротковолновый (КВ). Верхнее (по схеме) положение замыкающих контактов переключателя B_2 соответствует включению диапазона КВ, нижнее — диапазону СВ (или ДВ). Других дополнений или изменений в приемнике нет.

Входной контур диапазона КВ, перекрывающий волны длиной 25—50 *м*, образуют катушки L_{10} со штыревой антенной $A_ш$ и конденсаторы C_1, C_{23} и C_{24}, а гетеродинный контур этого диапазона — катушка L_{12} и конденсаторы C_2 и C_{25} — C_{27}. Сигналы входного и гетеродинного контуров поступают на базу транзистора T_7 преобразователя частоты через катушку связи L_{11}.

Для приема радиостанций КВ диапазона вместо штыревой можно использовать магнитную антенну, применив для нее отрезок ферритового стержня марки 400НН длиной 50 *мм*. В этом случае катушка L_{10} должна содержать 6 витков, а L_{11} — 1,5 витка провода ПЭЛШО или ПЭВ-1 0,3—0,4, уложенных на бумажный каркас с шагом намотки 1 *мм*. Катушки располагают на конце стержня, что необходимо для удовлетворительной работы магнитной антенны с низкочастотным ферритовым стержнем. Но надо иметь в виду, что чувствительность супергетеродина с такой антенной будет хуже, чем со штыревой антенной. У магнитной антенны по сравнению со штыревой есть одно преимущество — не сказывается влияние руки на настройку приемника. Транзисторы T_5 и T_6, работавшие ранее в выходном каскаде, теперь стали транзисторами каскада предваритель-

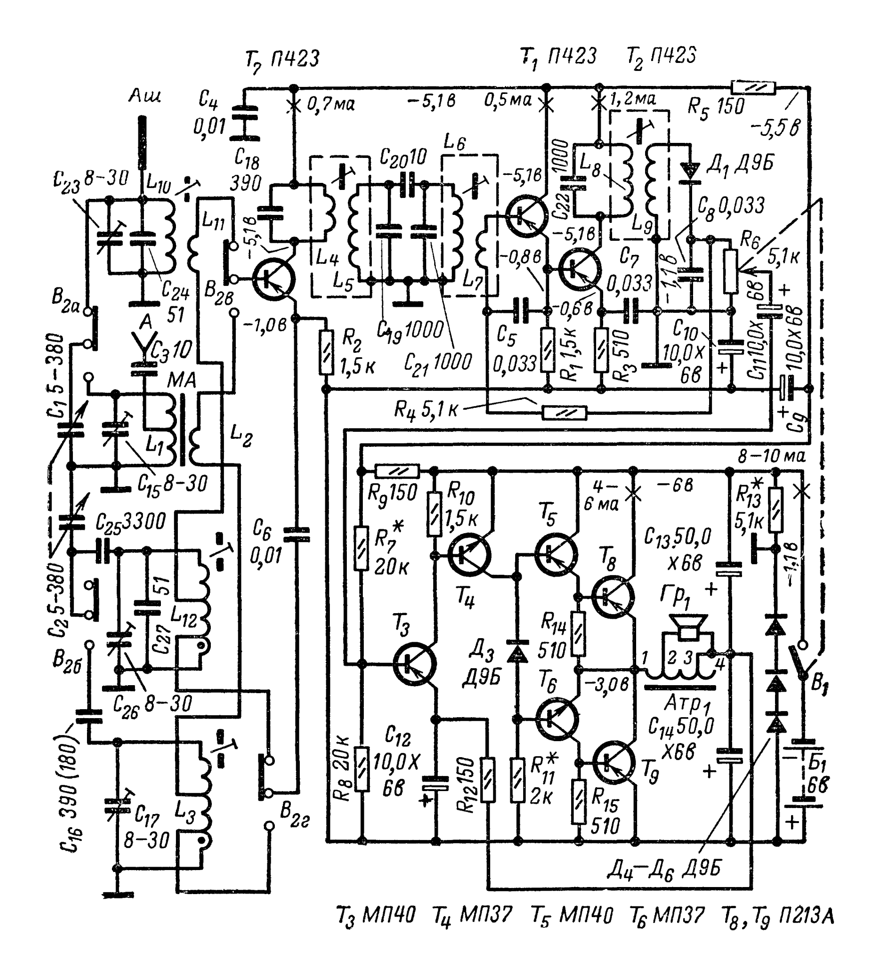


Рис. 1-13. Принципиальная схема двухдиапазонного супергетеродина с повышенной выходной мощностью.

ного усиления НЧ. Транзистор T_5 усиливает отрицательные полуволны колебаний НЧ, транзистор T_6 — положительные полуволны. Напряжения НЧ с их нагрузочных резисторов R_{14} и R_{15} подаются непосредственно на базы транзисторов T_8 и T_9 усилителя мощности. Резисторы R_{14} и R_{15} совместно с транзисторами T_5 и T_6, в цепи которых они включены, образуют делители напряжений, чуть приоткрывающих транзисторы T_8 и T_9, что необходимо для устранения искажений. Как и прежде, громкоговоритель с низкоомной звуковой катушкой включают на выход усилителя через автотрансформатор $Атр_1$.

В усилителе мощности кроме транзисторов П213А можно использовать транзисторы П213Б или ныне устаревшие П201—П203, а также другие низкочастотные или высокочастотные транзисторы средней мощности.

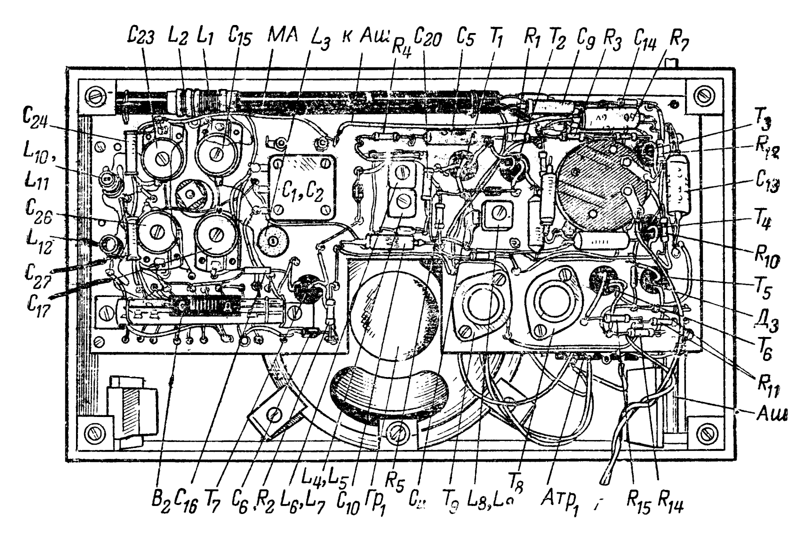


Рис. 1-14. Монтажная плата двухдиапазонного супергетеродина с повышенной выходной мощностью.

Приемник с таким усилителем мощности надо питать от батареи, составленной из 4 элементов 343 или 373. При напряжении батареи 6 *в* выходная мощность приемника составляет 250—300 *мвт*. Она может быть повышена до 350—400 *мвт*, если громкоговоритель включить непосредственно между эмиттерами транзисторов T_8 и T_9 и конденсаторов C_{13} и C_{14}, т. е. без автотрансформатора. Но в этом случае емкости конденсаторов C_{13} и C_{14} должны быть не менее чем по 200 *мкф*.

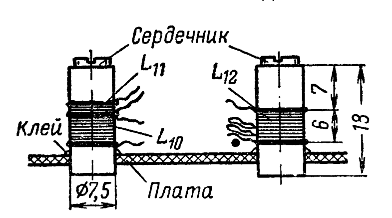


Рис. 1-15. Катушки КВ диапазона

Надо иметь в виду, что повышение выходной мощности УНЧ влечет за собой дополнительный расход энергии батареи, что сокращает время ее работы.

Монтажная плата двухдиапазонного супергетеродина с повышенной выходной мощностью показана на рис. 1-14.

Катушки L_{10} и L_{11} входной цепи и катушка L_{12} гетеродинного контура КВ диапазона (рис. 1-15) намотаны проводом ПЭЛШО (можно ПЭВ-1) 0,25 на пластмассовых каркасах диаметром 7,5 *мм* с подстроечными сердечниками СЦР (каркас ФПЧ телевизоров «Ру-

бин», «Волна» и др., распиленный на две части). Катушка L_{10} содержит 12 витков, катушка L_{11} — 2 витка, катушка L_{12} — 12 витков с отводами от 2-го и 4-го витков. Крайние витки катушек закреплены на каркасах нитками на клею (можно каплями дихлорэтана).

Конденсаторы C_{23} и C_{26} типа КПК-1 с максимальной емкостью 25—30 *пф*, C_{24} и C_{27} — типа КТ-1а емкостью 47—56 *пф*, C_{25} — типа ПСО или КЛС емкостью 3 300 *пф* с допуском не более ±10 %. Резисторы R_{14} и R_{15} — типа МЛТ-0,5. Резистор R_{11} составлен (с целью упрощения) из двух соединенных последовательно резисторов сопротивлением 1,5 *ком* (прежнего R_{11}) и 510 *ом*. Конденсаторы C_{13} и C_{14} можно составить из конденсаторов меньших емкостей, соединяя их параллельно.

Переключатель диапазонов (B_2), использованный в приемнике, — движкового типа. Он закреплен на монтажной плате с помощью двух уголков, фиксирующих его положение в продольном направлении, и монтажных проводников, припаянных к выводам его контактов. В переключателе шесть групп контактов, но в приемнике используются только четыре. Две свободные группы остаются резервными и могут быть использованы для замены вышедших из строя.

Усилитель мощности, ставший теперь выходным каскадом приемника, требует только проверки и, если надо, подгонки режимов его транзисторов Напряжение на средней точке транзисторов T_8 и T_9, которое должно быть близким половине напряжения батареи питания, устанавливают подбором резистора R_7 в базовой цепи транзистора T_3, а ток покоя коллекторов выходных транзисторов, который должен быть в пределах 4—6 *ма*, подбором резистора R_{11}.

Так как контуры диапазона СВ (или ДВ) остались без каких-либо переделок, то проверку работоспособности преобразователя частоты следует начать с этого уже налаженного ранее диапазона. Здесь при монтаже выключателя могут лишь вкрасться какие-то ошибки. Но работа приемника в этом диапазоне волн не должна измениться или ухудшиться.

После этого переключатель диапазонов переводят в положение приема радиостанций КВ диапазона и, проверив работоспособность преобразователя, приступают к сопряжению настроек контуров этого диапазона. Сердечники катушек L_{10} и L_{12} ввертывают в их каркасы примерно на $^3/_5$ длины. Блоком КПЕ приемник настраивают на одну из станций длинноволнового участка диапазона (около 50 *м*) и сердечником катушки L_{10} добиваются наиболее громкого приема этой станции. Затем блок КПЕ переводят в положение наименьшей емкости и также по сигналам одной из станций, работающей в наиболее коротковолновом участке диапазона (длина волны около 25 *м*), конденсатором C_{23} подстраивают входной контур $L_{10}C_1C_{23}C_{24}$.

Не исключено, что в начале диапазона (участок 25—30 *м*) преобразователь частоты будет самовозбуждаться, в результате чего в громкоговорителе станет появляться непрерывающийся свист. Причиной самовозбуждения чаще всего бывает недостаточно хорошее сопряжение настроек контуров. В таком случае надо несколько увеличить индуктивность гетеродинной катушки L_{12}, ввернув поглубже в нее сердечник, и емкость подстроечного конденсатора C_{26}, после чего два-три раза повторить в таком же порядке сопряжение настроек контуров.

Хорошо налаженный приемник должен обладать чувствительностью, изменяющейся по диапазону КВ в пределах не хуже 50—100 *мкв*.

В заключение — два практических совета.

Диодный стабилизатор напряжения смещения и УНЧ с симметричным выходом обеспечивают работоспособность приемника при изменении напряжения питания от 1,5—2 *в* до 9 *в*. Поэтому без каких-либо переделок в приемнике питать его можно от батареи напряжением 4,5, 6 или 9 *в*. Выходная мощность бестрансформаторного УНЧ с транзисторами П213А в оконечном каскаде при напряжении питания 4,5 *в* составит около 200 *мвт*, а при напряжении 9 *в* — около 750 *мвт*.

Если приемник с батареей напряжением 9 *в* предполагается длительное время эксплуатировать в походных условиях, то для повышения его экономичности по току и стабильности работы сопротивление резистора R_{11} следует увеличить до 3 *ком*, а резистора R_{13} — до 9,1 *ком*.

Приемник с транзисторным детектором

У радиолюбителей, особенно начинающих, пользуются популярностью малогабаритные, так называемые «карманные» приемники. Этому способствует, в частности, выпуск нашими промышленными предприятиями малогабаритных корпусов, наборов деталей для самостоятельного конструирования таких приемников.

Наиболее простыми и доступными для массового повторения малогабаритными приемниками являются, пожалуй, приемники прямого усиления с одним каскадом усиления высокочастотного сигнала и диодным детектором. Добавление второго каскада усиления высокой частоты на транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером, значительно повышает его чувствительность, но такой приемник становится сложным в налаживании и склонным к самовозбуждению.

В описываемом здесь малогабаритном приемнике радиолюбителя В. М. Михайлова транзистор второго высокочастотного каскада включен по схеме с общим эмиттером, а детектор выполнен на транзисторе. По чувствительности он не уступает приемнику с двухкаскадным УНЧ, транзисторы которого включены по схеме с общим эмиттером, но он проще в налаживании и устойчивее в работе.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 1-16. Приемник обеспечивает громкоговорящий прием на внутреннюю магнитную антенну местных и наиболее мощных радиовещательных станций средневолнового диапазона. Более эффективно приемник работает с внешней антенной, позволяющей в темное время суток слушать передачи значительно удаленных станций.

Максимальная выходная мощность приемника около 150 *мвт*. Источником питания служит аккумуляторная батарея типа 7Д-0,1 или батарея «Крона».

Входной настраиваемый контур приемника образуют катушка L_1 магнитной антенны *МА* и конденсатор переменной емкости C_1. Внешнюю антенну подключают к контуру через гнездо *А* и конденсатор C_2, ослабляющий влияние емкости антенны на настройку контура. С контура L_1C_1 сигнал принятой станции через катушку связи L_2 и разделительный конденсатор C_3 подается на вход УВЧ.

Транзистор T_1 первого каскада приемника включен по схеме с общим эмиттером и обеспечивает основное усиление по высокой частоте. Напряжение смещения на его базу подается через резистор R_1. Нагрузкой этого каскада являются катушка L_3 высокочастотного

трансформатора L_3L_4 и параллельно подключенный к ней переменный резистор R_2, выполняющий функцию регулятора чувствительности приемника. Чувствительность, а значит, и громкость работы приемника, повышаются при перемещении движка резистора R_2 вверх (по схеме).

Транзистор T_2 второго каскада приемника, включенный по схеме с общим коллектором, обеспечивает дополнительное усиление высокочастотного сигнала по мощности. Связь его с первым каскадом осуществляется через катушку связи L_4, благодаря которой выходное

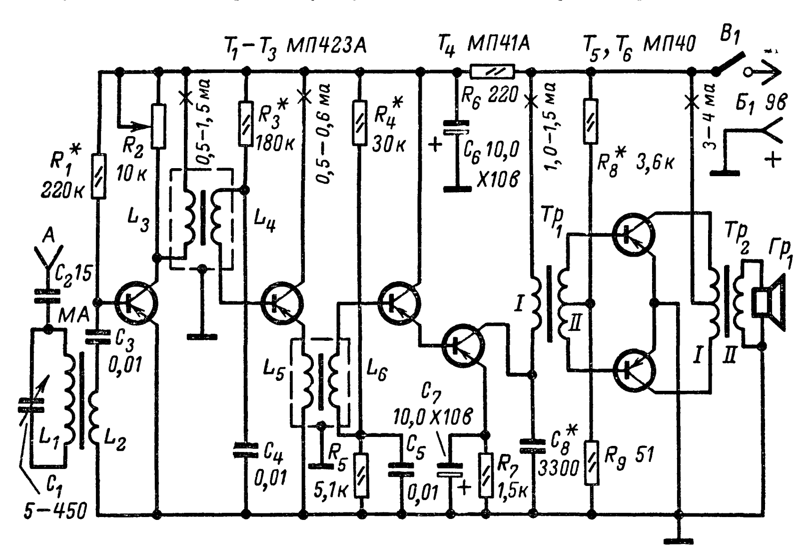


Рис. 1-16. Принципиальная схема приемника с детектором на составном транзисторе.

сопротивление транзистора, а вместе с ним и коэффициент передачи каскада достигают наибольших значений.

Нагрузкой транзистора этого каскада служит катушка L_5. Катушка L_6, индуктивно связанная с катушкой L_5, повышает напряжение высокочастотного сигнала и одновременно является катушкой связи усилителя высокой частоты с детектором на транзисторе T_3.

Напряжение смещения на базу транзистора T_2 подается через резистор R_3 и катушку связи L_4, а на базу транзистора T_3 — с делителя напряжения R_4R_5. Конденсаторы C_4 и C_5 блокируют цепи баз транзисторов по высокой частоте.

Транзисторный детектор — наиболее характерная особенность этого радиоприемника. Детектирование высокочастотного сигнала происходит в эмиттерном *p-n* переходе транзистора T_4, являющегося одновременно и предварительным усилителем колебаний низкой частоты. Транзистор же T_3, включенный по схеме с общим коллектором, является лишь согласующим элементом каскада. Коэффициент передачи такого детектора значительно выше, чем у обычного диодного

детектора, и мало зависит от напряжения входного сигнала, что особенно важно для приема слабых сигналов дальних радиостанций.

Режим работы транзистора T_4 определяется током транзистора T_3 и номиналом резистора R_7 в эмиттерной цепи транзистора T_4.

Нагрузкой детектора и предварительного усилителя колебаний НЧ является первичная обмотка *I* низкочастотного согласующего трансформатора Tp_1. Создающееся на ней напряжение НЧ через вторичную обмотку *II* подается в противофазе на базы транзисторов T_5 и T_6 усилителя мощности приемника.

Транзисторы усилителя мощности включены по двухтактной схеме с трансформаторным выходом. Нагрузкой усилителя служит электродинамический громкоговоритель $Гp_1$, подключенный к нему через выходной трансформатор Tp_2.

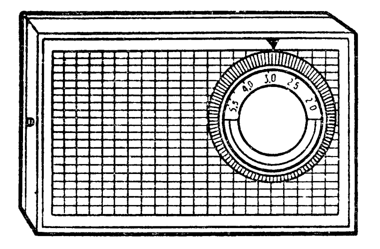


Рис. 1-17. Внешний вид приемника.

Небольшое начальное напряжение смещения на базы транзисторов T_5 и T_6 подается с делителя R_8R_9 через соответствующие им половины вторичной обмотки согласующего трансформатора Tp_1. Резистор R_6 и электролитический конденсатор C_6 образуют ячейку развязывающего фильтра, предотвращающего самовозбуждение приемника из-за паразитных связей между УВЧ и УНЧ через общие цепи питания транзисторов.

Конструкция и детали. Внешний вид приемника показан на рис. 1-17, а расположение деталей в его футляре и монтажная плата — на рис. 1-18. Бо́льшая часть деталей смонтирована на плате из фольгированного гетинакса толщиной 1,5 *мм*, выполненной печатным методом. Громкоговоритель $Гp_1$, конденсатор настройки C_1, гнездо для подключения внешней антенны укреплены на стенках футляра. Внутренние размеры футляра (из набора деталей для детского радиоприемника) 104×64×24 *мм*. Футляр, разумеется, может быть самодельным.

Катушка L_1, содержащая 60 витков провода ЛЭВ 5×0,06 (можно ПЭЛШО или ПЭВ 0,12—0,5), намотана виток к витку на бумажном каркасе и расположена на плоском ферритовом стержне марки 400НН размерами 80×20×3 *мм*. Катушка связи L_2 намотана поверх катушки L_1 в средней ее части и содержит 2 витка провода ПЭЛШО (или ПЭВ) 0,12. Для приема радиостанций длинноволнового диапазона катушка L_1 должна содержать 220—240 витков, намотанных четырьмя-пятью секциями по 60—70 витков в каждой секции, а катушка L_2 — 6—8 витков такого же провода.

Высокочастотные трансформаторы L_3L_4 и L_5L_6 намотаны на ферритовых кольцах марки 600НН с внешним диаметром 10 *мм*. Катушка L_3 содержит 160 витков, L_4 — 180 витков, L_5 — 55 витков, L_6 — 220 витков провода ПЭВ 0,1. С целью предотвращения самовозбуждения приемника по высокой частоте, эти трансформаторы заключены в экраны, которые «заземлены» (рис. 1-19). Экраны изготовлены из медной фольги (отходы фольгированного гетинакса). Диаметр экранов не менее 13 *мм*, высота 10 *мм*. Постоянные резисторы и конденсаторы могут быть любых типов. Рабочее напряжение электро-

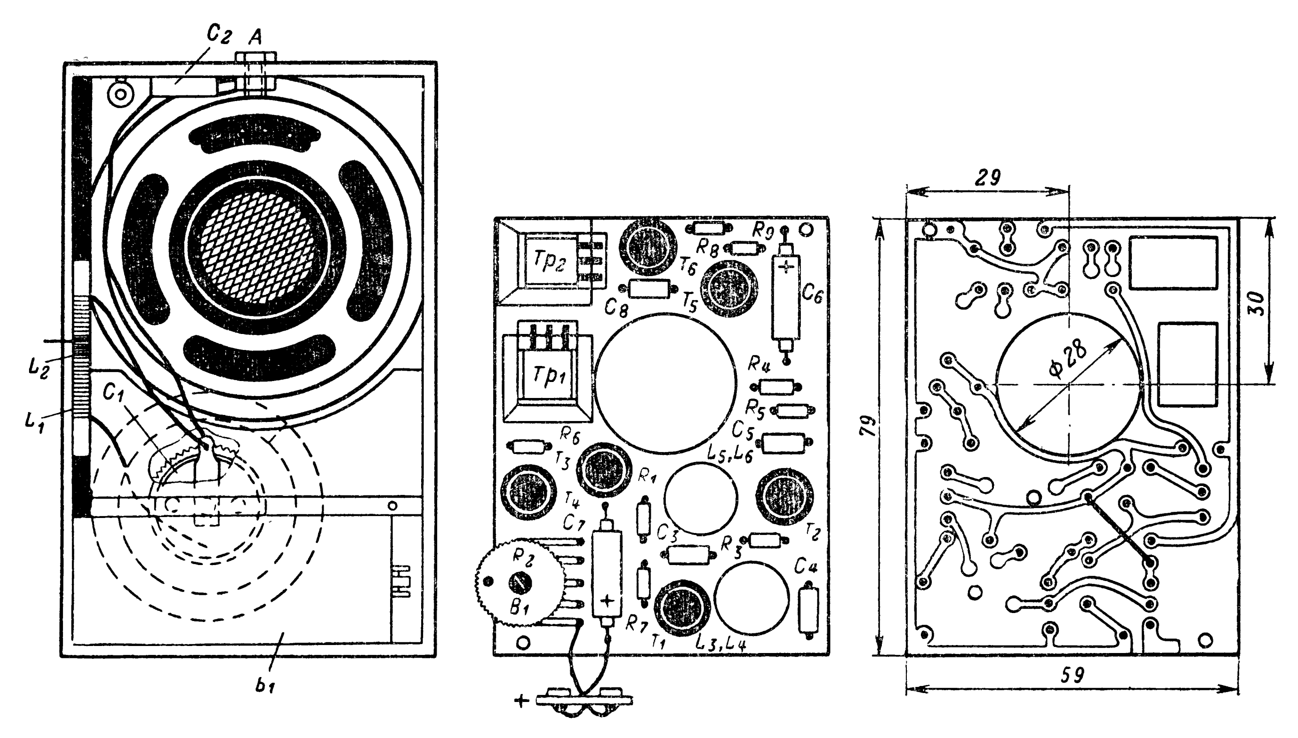


Рис. 1-18. Конструкция и монтажная плата приемника.

литического конденсатора C_7 может быть 6—10 *в*, конденсатора C_6— не менее 10 *в*. Переменный резистор R_2 типа СПЗ-3 с выключателем питания (B_1).

Для настройки входного контура приемника желательно применить малогабаритный слюдяной или керамический конденсатор с максимальной емкостью 350—450 *пф*. Для этой цели можно также использовать подстроечный конденсатор типа КПК-2 с максимальной емкостью 150 *пф*, но в этом случае диапазон волн, перекрываемый приемником, станет более узким.

Трансформаторы Tp_1 и Tp_2 — согласующий (ТС) и выходной (ТВ) трансформаторы, предназначенные для малогабаритных транзисторных приемников с двухтактным выходным каскадом. Можно также использовать аналогичные трансформаторы промышленных малогабаритных приемников. Громкоговоритель мощностью 0,1—0,2 *вт*, например, 0,1ГД-6, 0,25ГД-1 или им подобный, со звуковой катушкой сопротивлением 4,5—6,5 *ом*.

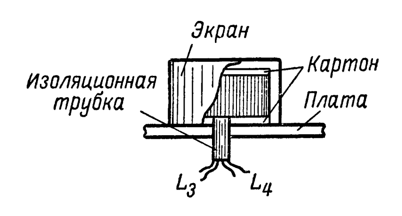


Рис. 1-19. Экранировка высокочастотных трансформаторов.

Коэффициент усиления $B_{ст}$ высокочастотных транзисторов T_1—T_3 может быть 60—80. Вместо транзисторов П423 можно использовать транзисторы П401—П403, П416 и другие высокочастотные маломощные транзисторы. Транзисторы T_4—T_6 — любые низкочастотные маломощные транзисторы (МП39—МП42 с любым буквенным обозначением) с коэффициентом усиления $B_{ст}=40 \div 60$. Транзисторы T_5 и T_6 должны быть с возможно близкими коэффициентами $B_{ст}$ и обратными токами коллекторов $I_{ко}$.

Налаживание приемника сводится в основном к проверке и, если надо, подгонке режимов работы транзисторов по постоянному току, что делают при отключенном регуляторе чувствительности R_2, и установке границ диапазона волн, перекрываемого входным контуром. Рекомендуемые токи покоя транзисторов указаны на принципиальной схеме (см. рис. 1-16). Суммарный ток транзисторов T_5 и T_6 устанавливают подбором резистора R_8, токи транзисторов T_3 и T_4 — подбором резистора R_4, токи транзисторов T_2 и T_1 — соответственно резисторами R_3 и R_1. Общий ток, потребляемый приемником от батареи, не должен превышать 8—9 *ма*. Во время приема сигналов радиостанций ток увеличивается до 15—20 *ма*.

Диапазон волн, охватываемый приемником, устанавливают по сигналам радиостанций путем перемещения катушки L_1 по ферритовому стержню и контролируют по шкале промышленного приемника настраиваемого на те же станции. Чтобы начало диапазона (емкость конденсатора C_1 наименьшая) сдвинуть в сторону более коротких волн, катушку L_1 смещают ближе к концу ферритового стержня, а чтобы сдвинуть в сторону более длинных волн (емкость конденсатора C_1 максимальная) — ближе к середине стержня. В том же случае, если при максимальных емкости конденсатора C_1 и индуктивности катушки L_1 приемник не настраивается на наиболее длинноволновую станцию, что можно проверить, временно подключив параллельно конденсатору C_1 дополнительный конденсатор емкостью 200—300 *пф*, число витков катушки L_1 придется увеличить.

Если приемник самовозбуждается (появляются свисты, мешающие приему), то для устранения этого явления надо несколько увеличить сопротивление резистора R_4 или ослабить связь катушки L_2 с катушкой магнитной антенны L_1. Катушку L_2 можно намотать не поверх, а возле катушки L_1 и изменять расстояние между ними, добиваясь неискаженного и наиболее громкого приема.

Транзисторный с электронной настройкой

Тоже малогабаритный транзисторный приемник, но с электронной настройкой, предложил радиолюбителям педагог Н. Н. Путятин.

Для настройки колебательных контуров электронным методом предназначаются варикапы. Однако для электронной настройки резонансных контуров можно использовать стабилитроны, любые полупроводниковые диоды и даже *p-n* переходы кремниевых транзисторов.

Сущность такого способа настройки контуров заключается в следующем. В плоскостном полупроводниковом диоде между границами областей разной электропроводности имеется зона, обедненная носителями электрических зарядов (рис. 1-20, *а*). Диод в таком состоянии аналогичен конденсатору, обкладками которого служат границы областей *n* и *p* типов, а диэлектриком — зона между ними. Емкость такого конденсатора будет тем больше, чем больше площади границ областей диода и меньше расстояние между ними. Если на диод подать обратное, закрывающее его напряжение (рис. 1-20, *б*), то зона, обедненная электрическими зарядами, расширится, а емкость диода уменьшится. И чем больше на диод будет подаваться обратное напряжение, тем меньше его емкость. Эти свойства плоскостных полупроводниковых диодов и использованы для настройки описываемых здесь двух вариантов транзисторного приемника прямого усиления — одноконтурного и двухконтурного.

Рис. 1-20. Диод в роли конденсатора.

К недостатку такой системы настройки колебательного контура следует отнести малое, по сравнению с настройкой конденсатором переменной емкости, перекрытие по диапазону. Чтобы расширить диапазон, в контур приходится вводить дополнительные катушки и переключатель для их коммутации.

Как показал опыт, для нормальной работы диода, выполняющего роль конденсатора переменной емкости, требуется источник постоянного тока напряжением 8—10 *в*. Поэтому приемник надо питать от батареи «Крона», аккумуляторной батареи 7Д-0,1 или двух батарей 3336Л, соединенных последовательно.

Одноконтурный приемник прямого усиления (рис.1-21) рассчитан на прием радиостанций средневолнового и длинноволнового диапазонов. Благодаря введению положительной обратной связи по высо-

кой частоте чувствительность приемника оказалась достаточной для приема отдаленных станций на внутреннюю магнитную антенну.

Средний ток, потребляемый приемником от питающей его батареи, не превышает 12 *ма*.

Колебательный контур приемника, настраиваемый на сигналы радиостанций, состоит из катушек L_1 и L_2 магнитной антенны *МА*,

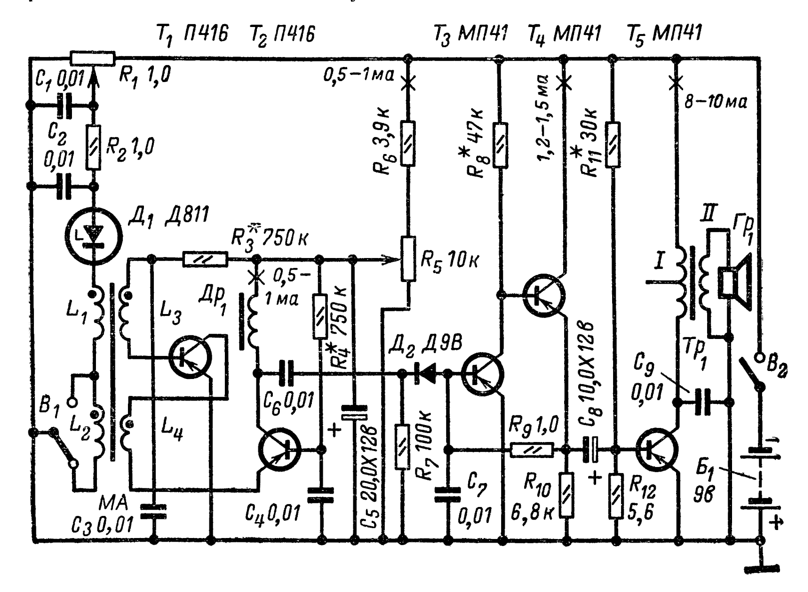


Рис. 1-21. Принципиальная схема одноконтурного приемника с электронной настройкой.

стабилитрона $Д_1$, выполняющего роль конденсатора переменной емкости, и конденсатора постоянной емкости C_2. В диапазоне средних волн работает только катушка L_1, а в диапазоне длинных волн — обе катушки. Переключение диапазонов осуществляется переключателем B_1.

Изменение величины обратного напряжения, подаваемого на контурный диод $Д_1$, а значит, и изменение его емкости, производят переменным резистором R_1. Крайнее правое (по схеме) положение движка этого резистора соответствует наибольшему закрывающему диод напряжению и, следовательно, наименьшей его емкости, крайнее левое — наибольшей емкости. Резистор R_2 ослабляет шунтирующее действие переменного резистора R_1 на контур магнитной антенны. Конденсатор C_1 — блокировочный. Конденсатор C_2, включенный в контур, является разделительным элементом; он практически не влияет на настройку контура, а лишь препятствует замыканию отрицательного напряжения, подаваемого на диод, через резисторы R_1 и R_2.

Катушка L_3 является катушкой связи контура магнитной антенны с базой транзистора T_1. Катушка L_4, включенная в цепь коллекто-

ра T_1 и эмиттера транзистора T_2, образует положительную обратную связь, повышающую чувствительность и избирательность приемника.

В каскаде усиления колебания ВЧ работают транзисторы T_1 и T_2, включенные по каскодной схеме с последовательным питанием. Напряжение смещения на базу транзистора T_1 подается через резистор R_3, на базу транзистора T_2 — через резистор R_4. Этими резисто-

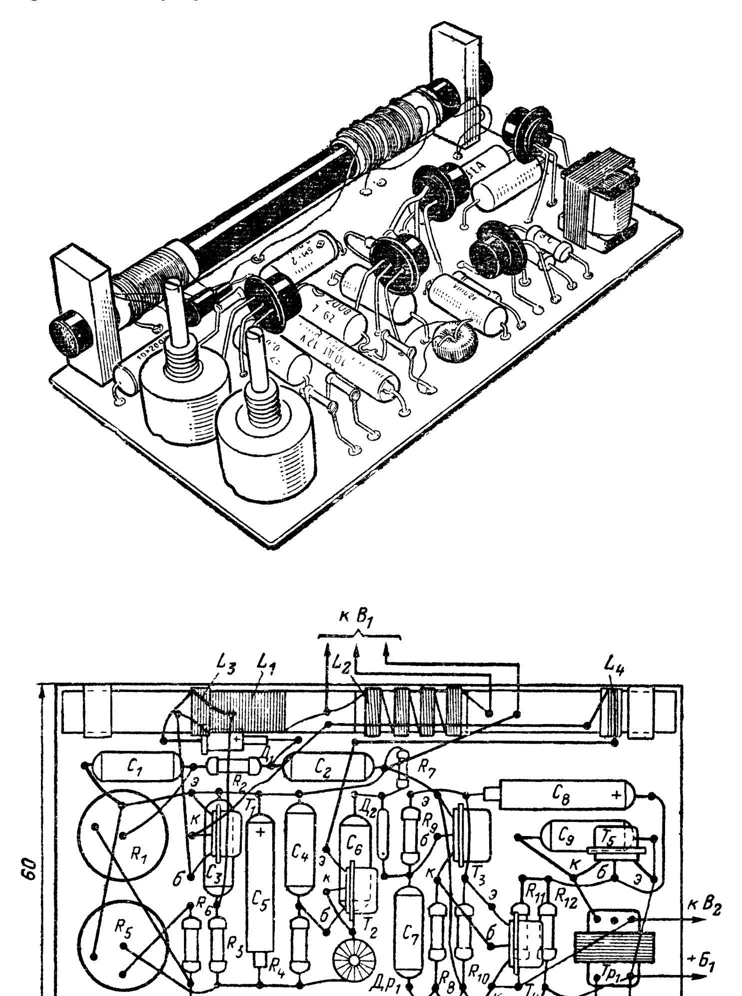


Рис. 1-22. Монтажная плата одноконтурного приемника с электронной настройкой.

рами устанавливают и их токи покоя. Переменным резистором R_5 изменяют в некоторых пределах режим работы обоих транзисторов каскада, регулируя тем самым его усиление и величину положительной обратной связи. Резистор R_6 — гасящий. Одновременно он вместе с резистором R_5 и электролитическим конденсатором C_5 образует ячейку развязывающего фильтра, предотвращающего самовозбуждение приемника.

Усиленный транзисторами T_1 и T_2 высокочастотный модулированный сигнал выделяется дросселем $Др_1$ и через разделительный конденсатор C_6 поступает на диод $Д_2$ для детектирования. Роль нагрузки детектора выполняет сопротивление эмиттерного перехода транзистора T_3. Выделенный им низкочастотный сигнал усиливается транзисторами T_3—T_5 трехкаскадного УНЧ и преобразуется громкоговорителем $Гр_1$ в звуковые колебания.

Чтобы возможно лучше согласовать сопротивления выходной цепи транзистора T_3 первого каскада и входной цепи транзистора T_5 выходного каскада, промежуточный транзистор T_4 усилителя включен по схеме с общим коллектором (эмиттерный повторитель). Связь между транзисторами T_3 и T_4 — непосредственная, между транзисторами T_4 и T_5 — емкостная, через конденсатор C_8.

Начальное отрицательное напряжение смещения на базу транзистора T_3 подается с эмиттерной нагрузкой R_{10} транзистора T_4, через резистор R_9. При таком способе подачи смещения между транзисторами T_4 и T_3 создается отрицательная обратная связь, улучшающая частотную характеристику усилителя. Смещение на базу транзистора T_5 подается с делителя напряжения, образуемого резисторами R_{11} и R_{12}. Конденсаторы C_7 и C_9 — блокировочные.

Монтажная плата приемника показана на рис. 1-22. В приемнике применены постоянные резисторы типа УЛМ и МЛТ, переменные резисторы R_1 и R_5 — типа СПО, конденсаторы постоянной емкости — КЛС, БМ и фирмы «Тесла». Трансформатор $Тр_1$ — выходной трансформатор от любого малогабаритного («карманного») транзисторного приемника (средний вывод первичной обмотки остается свободным), громкоговоритель типа 0,15ГД-1. В качестве громкоговорителя можно использовать капсюль ДЭМ-4; в коллекторную цепь транзистора T_5 его включают без выходного трансформатора.

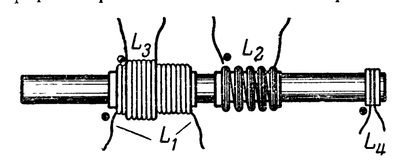


Рис. 1-23. Катушки одноконтурного приемника.

Катушки L_1—L_4 приемника (рис. 1-23) намотаны проводом ПЭВ-1 0,15 на бумажных каркасах, свободно перемещающихся вдоль ферритового стержня марки 600НН диаметром 8 *мм* и длиной 105 *мм*. Катушка L_1 содержит 60 витков, намотанных на каркас виток к витку, а катушка L_2 — 150 витков, намотанных внавал 5-ю секциями по 30 витков в каждой Катушка L_3, содержащая 5—10 витков, расположена поверх катушки L_1 у ее начала. Катушка обратной связи L_4, содержащая 2—3 витка такого же провода, намотана на самостоятельном каркасе и находится на конце ферритового стержня, противоположном катушке L_1. Величину положительной обратной связи по высокой частоте подбирают во время налаживания приемника

перемещением катушки L_4 по ферритовому стержню и, если надо, изменением числа ее витков.

Ферритовый стержень магнитной антенны удерживается в отверстиях стоек, выпиленных из органического стекла и приклеенных к монтажной плате.

Высокочастотный дроссель $Дp_1$ намотан с помощью проволочного челнока на ферритовом кольце марки 600НН диаметром 7—10 *мм* и содержит 300—350 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛ 0,1.

Коэффициент усиления $B_{ст}$ транзисторов T_1 и T_2 должен быть равен 50—100. Очень важно, чтобы обратные токи коллекторов $I_{к0}$ обоих транзисторов были возможно одинаковыми. Транзисторы П416 можно заменить транзисторами П401—П403, П423, ГТ308, ГТ313 с такими же параметрами.

В УНЧ транзисторы T_3—T_5 МП41 могут заменены транзисторами типа МП39, МП40, МП42, ГТ108, ГТ109, с коэффициентом $B_{ст} = 40 \div 60$.

Вместо стабилитрона Д811 ($Д_1$) для электронной настройки входного контура приемника можно использовать стабилитроны Д808, Д810 или в крайнем случае эмиттерные переходы кремниевых транзисторов П105, П106, включив их как диоды. Но с транзистором вместо стабилитрона перекрытие по диапазону будет меньше. Роль детектора ($Д_2$) может выполнять любой точечный диод.

Конструкция приемника произвольная.

После проверки монтажа по принципиальной схеме и включения питания сразу же измеряют и, если надо, подгоняют рекомендуемые режимы работы транзисторов (указаны на принципиальной схеме). Коллекторный ток транзистора T_5 устанавливают подбором резистора R_{11}, транзистора T_4 — подбором резистора R_8, транзисторов T_1 и T_2 — подбором резисторов R_3 и R_4. Режим транзистора T_3 определяется режимом работы транзистора T_4 и дополнительной регулировки не требует. Во время подгонки режимов транзисторов T_1 и T_2 движок переменного резистора R_5 должен находиться в крайнем верхнем (по схеме) положении.

После этого можно проверить настройку приемника на радиовещательные станции и работу резистора R_5, как регулятора чувствительности. Наиболее длинноволновые станции должны приниматься при крайнем левом (по схеме) положении движка переменного резистора R_1, наиболее коротковолновые — при крайнем верхнем. Чувствительность приемника должна нарастать по мере передвижения движка резистора R_5 вверх (по схеме). Если чувствительность не изменяется или ухудшается, это укажет на необходимость придвинуть катушку L_4 ближе к катушке L_2 или поменять местами ее выводы. Если же приемник самовозбуждается, нужно несколько ослабить положительную связь смещением катушки L_4 ближе к концу ферритового стержня.

Причиной самовозбуждения может быть также паразитная положительная обратная связь между дросселем $Дp_1$ и магнитной антенной. Для предотвращения этого явления дроссель $Дp_1$ следует располагать как можно дальше от магнитной антенны. Его, кроме того, полезно экранировать, а экран «заземлить».

Диапазон волн, прекрываемый входным контуром приемника, определяют по сигналам радиовещательных станций, используя для контроля заводской радиоприемник. Включив в контур средневолновую катушку L_1, движок переменного резистора R_1 смещают вплотную к выводу, соединенному с плюсовым проводом источника пита-

ния. Далее перемещением катушки L_1 по ферритовому стержню по сигналам радиостанций наиболее кортковолнового участка диапазона устанавливают сначала конец средневолнового диапазона, а затем катушкой L_2, переключив приемник на диапазон ДВ, границы длинноволнового диапазона. В случае необходимости числа витков контурных катушек уменьшают или, наоборот, увеличивают, «сдвигая», таким образом, диапазоны приемника в сторону более коротких или более длинных волн.

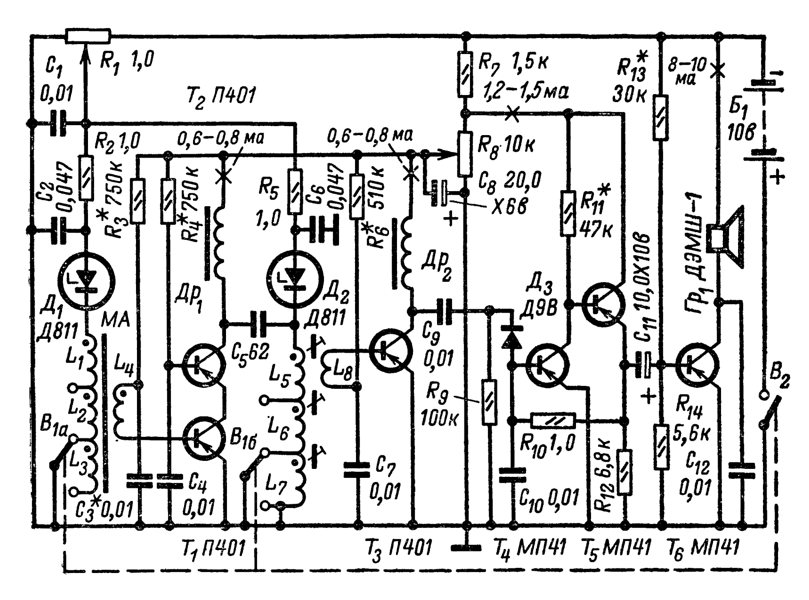


Рис. 1-24 Принципиальная схема двухконтурного приемника с электронной настройкой.

Оптимальную величину положительной обратной связи устанавливают в положении переключателя B_1, соответствующем приему радиостанций диапазона средних волн. Катушку L_4 располагают ближе к концу ферритового стержня, а движок переменного резистора R_5 возле вывода, соединенного с резистором R_6. Приемник настраивают на какую-либо радиостанцию и, осторожно отматывая или доматывая витки катушки L_4, добиваются возникновения генерации по всему диапазону. Момент возникновения генерации характеризуется «щелчком» (порог генерации) и шипеньем, переходящим в свист. При перемещении движка переменного резистора R_5 к плюсовому проводнику генерация должна срываться.

В зависимости от качества транзисторов T_1 и T_2 каскада УВЧ, а также величины неизбежной нерегулируемой положительной связи, возникающей из-за взаимного влияния деталей на монтажной плате, катушка орбатной связи L_4 может быть вообще исключена из приемника. В этом случае эмиттер транзистора T_2 должен быть соединен непосредственно с коллектором транзистора T_1.

Принципиальная схема **двухконтурного приемника** с электронной настройкой показана на рис. 1-24. Основное отличие этого варианта приемника от первого заключается в том, что в нем используется сдвоенный блок электронной настройки, добавлен каскад усиления ВЧ на транзисторе T_3, а катушка регулируемой положительной обратной связи исключена. Рассчитан он на прием радиовещательных станций в трех поддиапазонах: 240—350 *м*, 350—550 *м* и 800—1 750 *м*, охватывающих почти весь средневолновый и длинноволновый диапазоны. Чувствительность приемника (1,5—2,5 *мв/м*) достаточна для приема сигналов отдаленных радиостанций на магнитную антенну.

Питание приемника осуществляется от батареи напряжением 10 *в*, составленной из восьми аккумуляторов Д-0,1. Первый (входной) настраиваемый контур приемника образуют катушки L_1—L_3 магнитной антенны, стабилитрон $Д_1$ и конденсатор C_2, второй контур — катушки L_5—L_7, стабилитрон $Д_2$ и конденсатор C_6. Конденсаторы C_2 и C_6, как и конденсатор C_2 первого варианта, являются разделительными и практически не влияют на настройку контуров. Переключение поддиапазонов осуществляется переключателем B_1, а одновременная настройка обоих контуров на сигналы радиостанций — переменным резистором R_1.

Катушка L_4 является катушкой связи транзисторов T_1 и T_2 первого каскада УВЧ с первым контуром, L_8 — катушка связи транзистора T_3 второго каскада УВЧ со вторым контуром. Высокочастотный сигнал, усиленный обоими каскадами, выделяется на дросселе $Др_2$ и через конденсатор C_9 подается на вход детектора.

Детектирование и усиление сигнала звуковой частоты в этом приемнике происходит точно так же, как в первом приемнике, но нагрузкой транзистора T_6 выходного каскада служит телефонный капсюль ДЭМШ-1 с самодельным диффузором диаметром 46 *мм*. На выход приемника можно включить и малогабаритный электродинамический громкоговоритель через выходной трансформатор, как это сделано в первом варианте приемника.

Конструкция приемника, смонтированного по этой схеме, показана на рис. 1-25 (без крышки). Корпусом служит пластмассовая коробка с внутренними размерами 98×58×20 *мм*. Конструкция, конечно, примерная и может быть изменена с учетом имеющихся деталей.

Для магнитной антенны использован отрезок ферритового стержня марки 600НН диаметром 8 и длиной 95 *мм*, который вместе с находящимися на нем катушками L_1—L_4 укреплен снизу монтажной платы под переключателем диапазонов B_1 (поэтому на рис. 1-25 они не видны). Катушки L_1—L_3 намотаны на бумажных гильзах, с трением перемещающихся по стержню, и содержат: L_1—55 витков провода ПЭВ-1 0,2, намотанных в один слой, L_2—50 витков, L_3—140 витков провода ПЭВ-1 0,15, намотанных внавал четырьмя секциями по 35 витков в каждой. Катушка связи L_4 намотана поверх катушки L_1 у ее начала и содержит 12 витков провода ПЭВ-1 0,15.

Катушки L_5—L_7 второго резонансного контура намотаны на отдельных унифицированных трехсекционных каркасах с ферритовыми подстроечными сердечниками диаметром 2 и длиной 12 *мм*. Катушка L_5 содержит 120 витков провода ПЭВ-1 0,15, L_6—150 витков такого же провода, L_7—390 витков провода ПЭВ-1 0,1. Катушка связи L_8 намотана поверх катушки L_5 и содержит 12 витков провода ПЭВ-1 0,15. Высокочастотные дроссели $Др_1$ и $Др_2$ намотаны на фер-

ритовых кольцах марки 600НН диаметром 8 *мм*. Первый из них содержит 300 витков, второй — 400 витков провода ПЭВ-1 0,1.

Переключатель поддиапазонов B_1, объединенный с выключателем питания B_2, самодельный, четырехпозиционный. В крайнем левом (по рис. 1-25) положении движка питание приемника выключено. Изготовлен переключатель из листового гетинакса толщиной 2 *мм* с использованием контактных ламелей плат переключателя диапазонов лампового радиоприемника. Фиксация положений переключателя

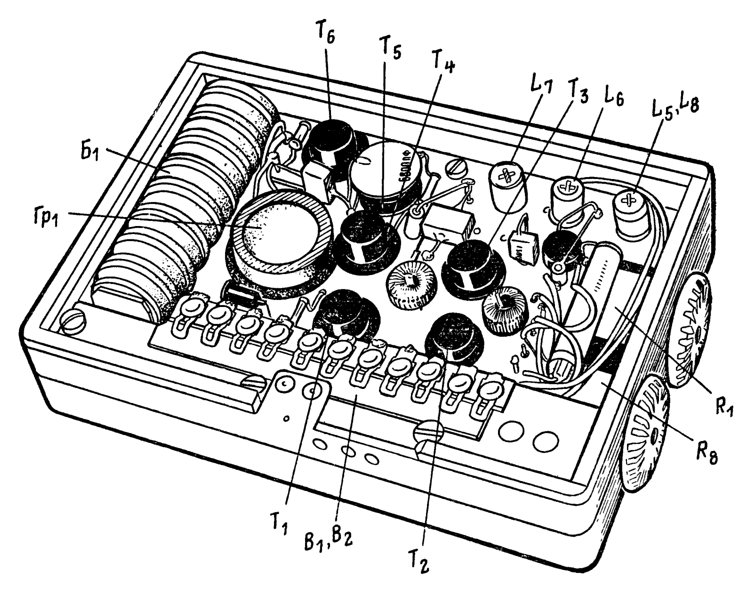


Рис. 1-25. Двухконтурный приемник с электронной настройкой.

осуществляется стальным шариком, вдавливаемым в углубление плоской пружиной.

Резисторы R_{13}, R_{11}, R_6, R_3 и R_4 подбирают (в указанном порядке) по токам в коллекторных цепях транзисторов или по наибольшей громкости принимаемого слабого сигнала радиостанции. Чувствительность, а значит и уровень громкости, регулируют переменным резистором R_8.

Настройку контуров и установку границ поддиапазонов начинают с наиболее коротковолнового участка средневолнового диапазона. Включив в контуры катушки L_1 и L_5, настраивают приемник на одну из наиболее длинноволновых станций этого поддиапазона и подстроечным сердечником катушки L_5 добиваются наиболее громкого приема этой станции. После этого проверяют сопряжение настроек контуров по всему поддиапазону, для чего приемник перестраивают на радиостанцию наиболее коротковолнового участка поддиапазона и, осторожно вращая в обе стороны подстроечный сердечник катушки L_5, следят за изменением громкости приема. Если громкость воз-

растает при вращении сердечника в какую-либо сторону, это укажет на необходимость подбора одного из стабилитронов, чтобы добиться резонанса контуров на обоих краях поддиапазона. К началу одной из катушек поддиапазона (L_1 или L_5) можно подключить подстроечный конденсатор и с помощью его добиться сопряжения настроек контуров в начале поддиапазона.

Аналогичным образом настраивают контуры других поддиапазонов приемника.

Если границы поддиапазонов надо сдвинуть, то делают это одновременным уменьшением или увеличением числа витков катушек обеих контуров, начиная с наиболее коротковолнового поддиапазона. Сопряжение настроек контуров осуществляют по приему радиостанций наиболее длинноволновых участков поддиапазонов.

Приемник с хорошим сопряжением настроек контуров обеспечивает достаточно громкий прием не только местных, но и отдаленных радиовещательных станций.

Переносный приемник

Переносный приемник, сконструированный инженером Н. Кравцовым, рассчитан на прием программ радиовещательных станций, работающих в диапазонах средних (195—570 *м*), коротких (25; 31; 41 и 49 *м*) и ультракоротких волн. В диапазоне СВ прием ведется на магнитную антенну, а в диапазонах КВ и УКВ — на телескопическую. Реальная чувствительность приемника в средневолновом диапазоне не хуже 1 *мв/м*; в коротковолновом — не хуже 10 *мкв* (при отношении сигнал/шум не менее 20 *дб*) и в ультракоротковолновом не хуже 15 *мкв*.

Избирательность по соседнему каналу в диапазоне СВ 30 *дб*, КВ 36 *дб* и УКВ 26 *дб*. Избирательность по зеркальному каналу в диапазоне СВ не менее 26 *дб*, а в диапазоне КВ 18 *дб*. Промежуточная частота приемника 465 *кгц*.

Автоматическая регулировка усиления обеспечивает изменение выходного напряжения приемника не более 12 *дб* при изменении входного напряжения на 60 *дб*.

Номинальная выходная мощность УНЧ приемника 0,5 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 3%. Чувствительность УНЧ 150 *мв*, полоса рабочих частот от 100 до 10 000 *гц*.

Питается приемник от двух батарей 3336Л общим напряжением 9 *в*, потребляя в режиме покоя ток около 12 *ма*. Размеры приемника 206×160×60 *мм*, масса с батареями 1,5 *кг*.

Переносный приемник (рис. 1-26) состоит из семи блоков: УКВ; УНЧ; преобразователя частоты СВ диапазона; оконечного каскада УПЧ и детектора; преобразователя частоты и гетеродина КВ диапазона; стабилизатора напряжения и гетеродина средневолнового диапазона.

Блок УКВ содержит преобразователь частоты и гетеродин, выполненные на транзисторах T_1, T_6, двухкаскадный УПЧ на транзисторах T_2—T_5 и дробный детектор на диодах $Д_1$, $Д_2$.

Напряжение входного сигнала подается в цепь базы транзистора T_1, а напряжение гетеродина — в цепь его эмиттера. Транзисторы T_2—T_5 УПЧ включены по каскодной схеме с последовательным питанием. Нагрузкой детектора служат резисторы R_{16} и R_{17}.

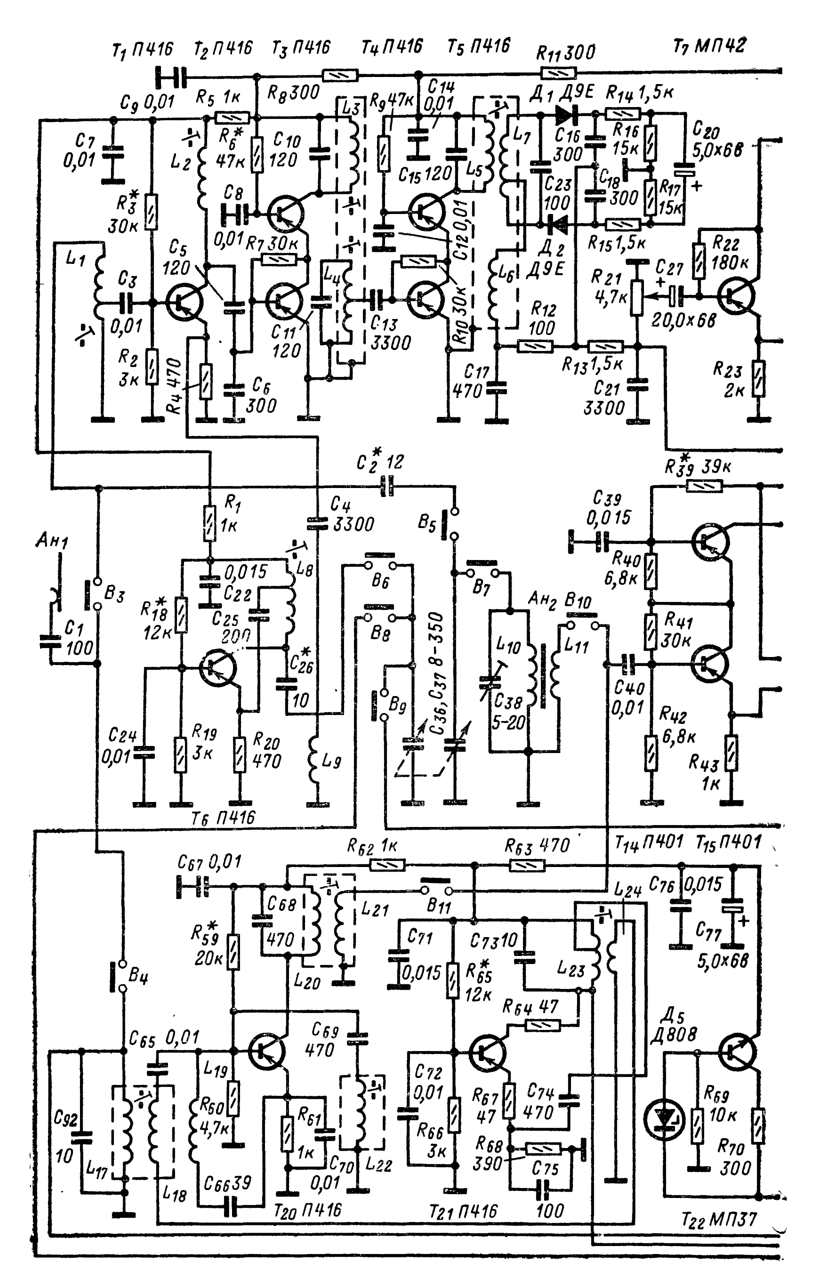
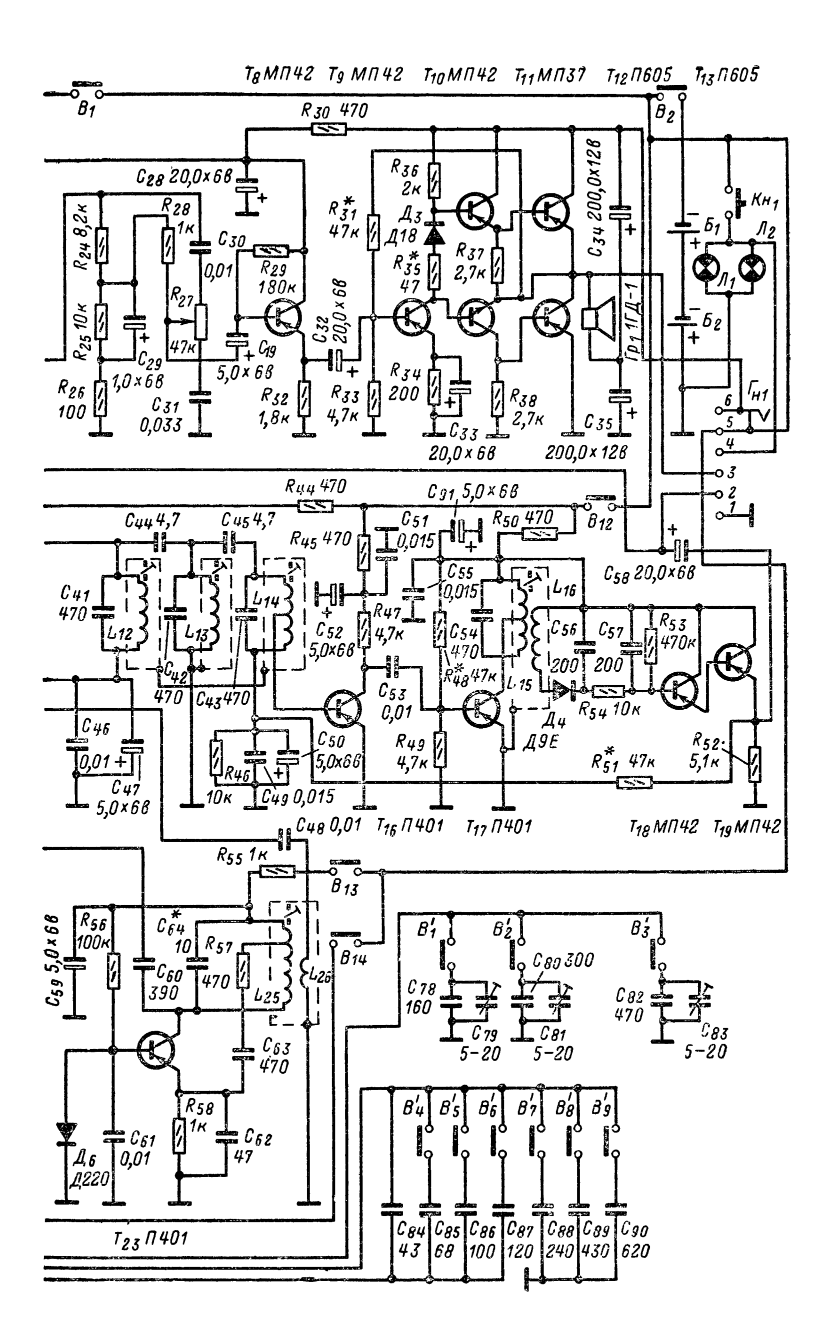


Рис. 1-26. Принципиальная схема приемника.



T8 МП42
T9 МП42
T10 МП42
T11 МП37
T12 П605
T13 П605
В1
В2
R30 470
C28 20,0×6в
R24 8,2к
R28 1к
C30 0,01
R29 180к
R25 10к
R27 47к
C29 1,0×6в
C19 5,0×6в
C32 20,0×6в
R26 100
C31 0,033
R32 1,8к
R33 4,7к
R31* 47к
R36 2к
Д3 Д18
R35* 47
R37 2,7к
R34 200
C33 20,0×6в
R38 2,7к
C34 200,0×12в
Гр1 1ГД-1
C35 200,0×12в
Кн1
Б1
Б2
Л1
Л2
Гн1
R44 470
C91 5,0×6в
R50 470
В12
C44 4,7
C45 4,7
R45 470
C51 0,015
C55 0,015
L16
C58 20,0×6в
C41 470
L12
L13
L14
C52 5,0×6в
R47 4,7к
C54 470
C56 200
C57 200
R53 470к
C42 470
C43 470
R48* 47к
L15
R54 10к
C53 0,01
Д4 Д9Е
C46 0,01
C47 5,0×6в
R46 10к
C49 0,015
C50 5,0×6в
R49 4,7к
R51* 47к
R52 5,1к
T16 П401
T17 П401
T18 МП42
T19 МП42
C48 0,01
R55 1к
В13
В14
C64* 10
R56 100к
C59 5,0×6в
C60 390
R57 470
L25
L26
C63 470
R58 1к
C62 47
C61 0,01
Д6 Д220
T23 П401
В'1
В'2
В'3
C78 160
C79 5-20
C80 300
C81 5-20
C82 470
C83 5-20
В'4
В'5
В'6
В'7
В'8
В'9
C84 43
C85 68
C86 100
C87 120
C88 240
C89 430
C90 620

Блок НЧ состоит из предварительного и оконечного усилителей НЧ, выполненных на транзисторах T_7—T_{13} по схеме с бестрансформаторным выходом. Нагружен УНЧ на громкоговоритель 1ГД-1 от переносного приемника «ВЭФ-10». Между первым и вторым каскадами УНЧ включена корректирующая цепочка R_{24}, R_{25}, R_{26}, C_{29}, которая создает подъем частотной характеристики 6 *дб* на частоте 100 *гц*, компенсирующий завал частотной характеристики на низших звуковых частотах, вызванный потерями в переходных конденсаторах и малыми размерами корпуса приемника. Резистор R_{27} регулирует уровень высших звуковых частот. Пределы регулировки на частоте 5 000 *гц* ± 12 *дб*.

В блок преобразователя частоты СВ диапазона входят два транзистора T_{14} и T_{15}, включенные по каскодной схеме с последовательным питанием, фильтр сосредоточенной селекции L_{12}, C_{41}, L_{13}, C_{42}, L_{14}, C_{43}, и апериодический каскад усиления напряжения ПЧ на транзисторе T_{16} с элементами системы АРУ.

Блок оконечного УПЧ состоит из каскада УПЧ на транзисторе T_{17} и детектора АМ сигнала на диоде $Д_4$. Конструктивно в этом же блоке размещен каскад предварительного УНЧ, выполненный по схеме составного транзистора (T_{18}, T_{19}), и усилитель АРУ на транзисторе T_{19}. С нагрузки этого транзистора R_{52} напряжение АРУ подается в цепь базы транзистора T_{16}.

В блок преобразователя частоты и гетеродина КВ диапазона входят два транзистора T_{20} и T_{21}. Преобразователь частоты собран на транзисторе T_{20} по схеме с общим эмиттером. В цепь базы этого транзистора поступает напряжение гетеродина с катушек связи L_{18} и L_{24} и напряжение сигнала с телескопической антенны $Ан_1$. Нагрузкой преобразователя частоты служит контур $L_{20}C_{68}$, включенный в коллекторную цепь транзистора T_{20}. Последовательный контур $L_{22}C_{69}$, настроенный на частоту 465 *кгц*, повышает устойчивость работы приемника и уменьшает прохождение помех с частотой, равной промежуточной.

Фильтр $L_{19}C_{66}$, включенный во входную цепь преобразователя частоты КВ диапазона, снижает чувствительность приемника к помехам от сигналов телевизионных центров.

Гетеродин КВ диапазона собран на транзисторе T_{21} по схеме с автотрансформаторной связью. Для повышения устойчивости работы гетородина и предотвращения его паразитной генерации в цепь эмиттера и коллектора транзистора T_{21} включены резисторы R_{64} и R_{67}. Настройка на станции КВ диапазона ведется одной секцией конденсатора переменной емкости C_{36}. В диапазоне 25 *м* последовательно с ним включается конденсатор C_{84}; 31 *м* — C_{85}; 41 *м* — C_{86}; 49 *м* — C_{87}. Кроме того, в диапазоне 31 *м* параллельно контуру $L_{23}C_{73}$ включается конденсатор C_{88}, в диапазоне 41 *м* — C_{89} и в диапазоне 49 *м* — C_{90}.

Полоса пропускания входного контура $L_{17}C_{92}$ на всех КВ диапазонах одинакова (300—400 *кгц*), поэтому в пределах одного диапазона этот контур не перестраивается, а при переходе с диапазона 25 *м* на диапазон 31 *м* параллельно ему подключаются конденсаторы C_{78}, C_{79}, при переходе на диапазон 41 *м* — C_{80}, C_{81}, и при переходе на диапазон 49 *м* — C_{82}, C_{83}.

Блок стабилизатора собран на транзисторе T_{22} и стабилитроне $Д_5$. Он служит для питания преобразователя частоты и гетеродина КВ диапазона. При понижении напряжения источника питания до 5 *в* стабилизатор поддерживает на своем выходе неизменное на-

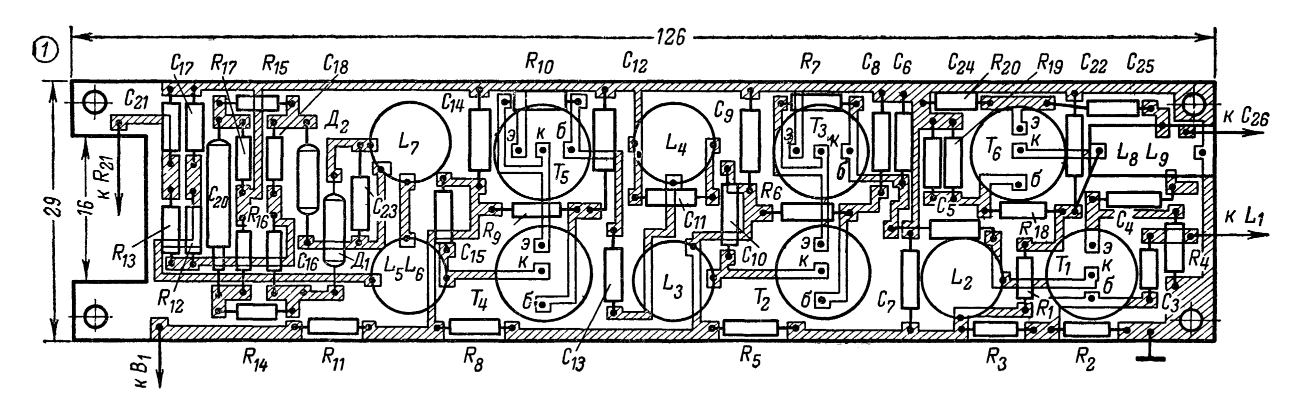


Рис. 1-27. Монтажная плата УКВ блока.

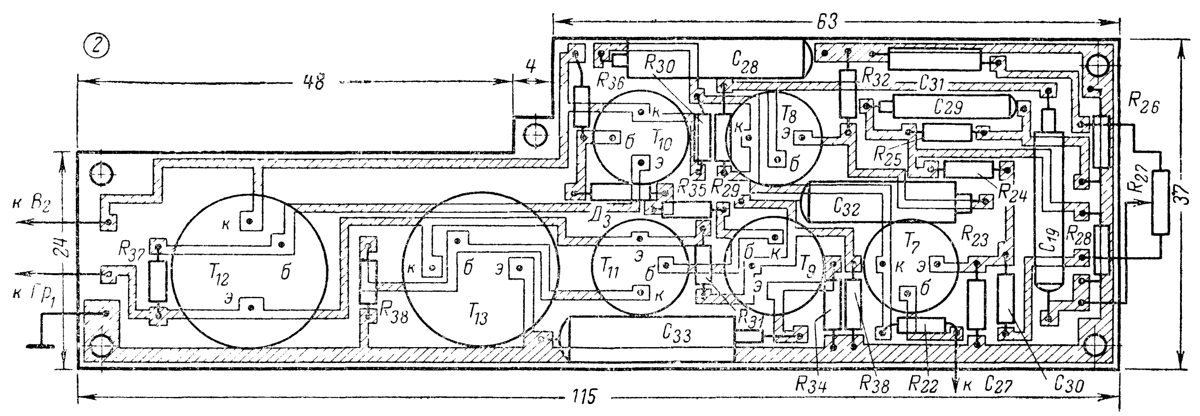


Рис. 1-28. Монтажная плата УНЧ.

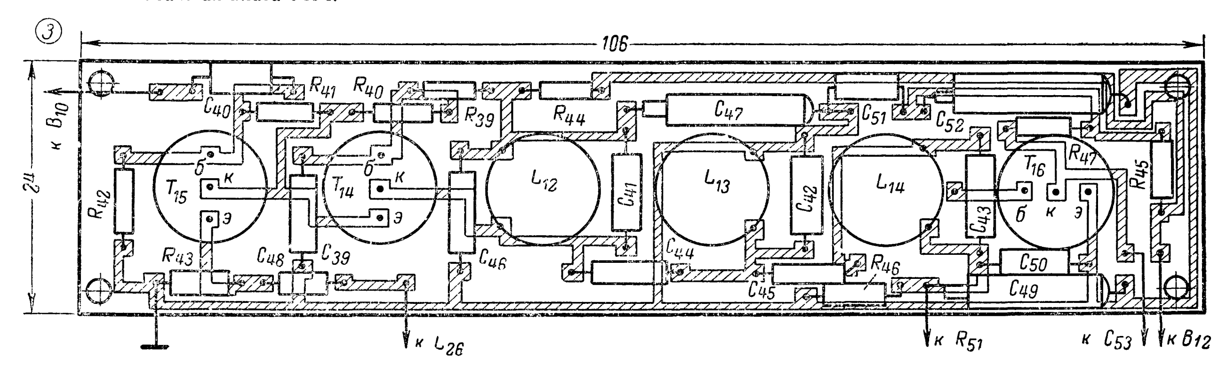


Рис. 1-29. Монтажная плата преобразователя частоты СВ диапазона.

④

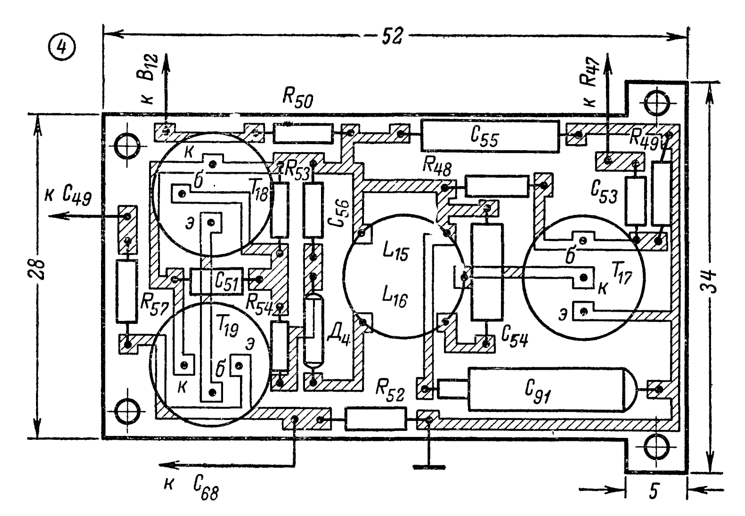


Рис. 1-30. Монтажная плата оконечного УПЧ, детектора, предварительного каскада УНЧ и усилителя АРУ.

⑤

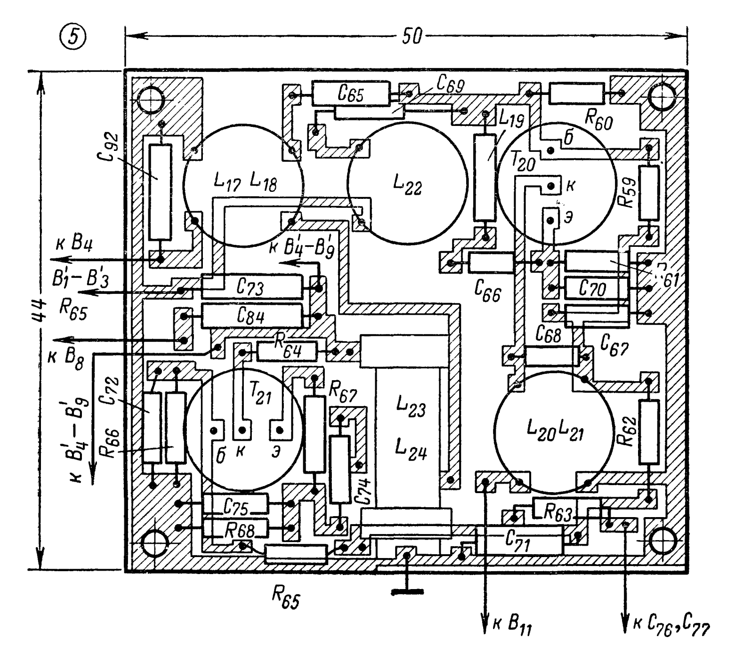


Рис. 1-31. Монтажная плата преобразователя частоты и гетеродина КВ диапазона.

пряжение 2,5 *в*. Величина стабилизированного напряжения определяется сопротивлением резистора R_{70}, включенным в цепь коллектора транзистора T_{22}. Конденсаторы C_{76} и C_{77} служат для фильтрации стабилизированного напряжения.

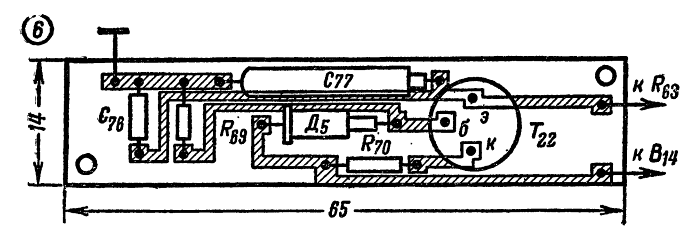


Рис. 1-32. Монтажная плата стабилизатора.

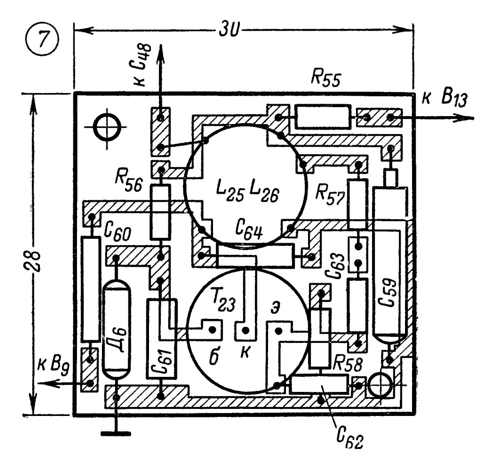


Рис. 1-33. Монтажная плата гетеродина СВ диапазона.

Блок гетеродина средневолнового диапазона выполнен на транзисторе T_{23} по схеме с индуктивной автотрансформаторной связью. Смещение на базе этого транзистора стабилизировано диодом $Д_6$. При работе на СВ диапазоне питание транзисторов преобразователя частоты, гетеродина КВ диапазона и УКВ блока отключается.

Все узлы приемника смонтированы в корпусе, изготовленном из дюралюминия и окрашенном серой автоэмалью НЦ. Каждый блок размещен на отдельной печатной плате. Всего в приемнике семь таких плат, эскизы их показаны на рис. 1-27—1-33. Все платы установлены на общем основании из дюралюминия толщиной 3 *мм* (рис. 1-34), прикрепленном к корпусу приемника тремя винтами.

Для монтажа в основном использованы детали промышленного изготовления: резисторы УЛМ-0,12 и МЛТ-0,125, конденсаторы КЛС,

ЭМ, КПКМ и фирмы «Тесла», телескопическая антенна от приемника «Спидола». Транзисторы T_1—T_6 и T_{20}, T_{21} с коэффициентом $B_{ст}=30\div100$, T_{14}—T_{17} с $B_{ст}=30\div80$. Транзисторы выходного каскада УНЧ должны иметь идентичные параметры.

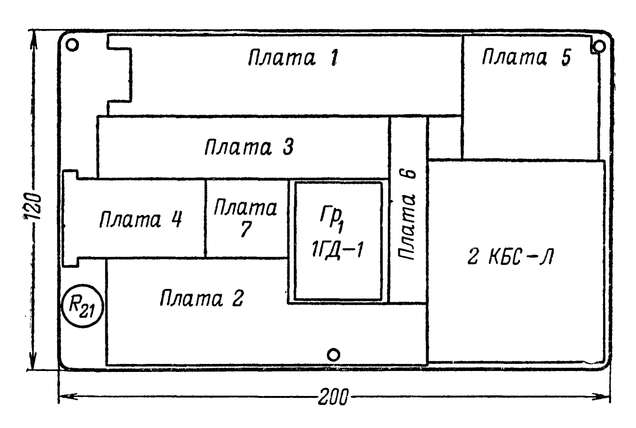


Рис. 1-34. Размещение плат в корпусе приемника.

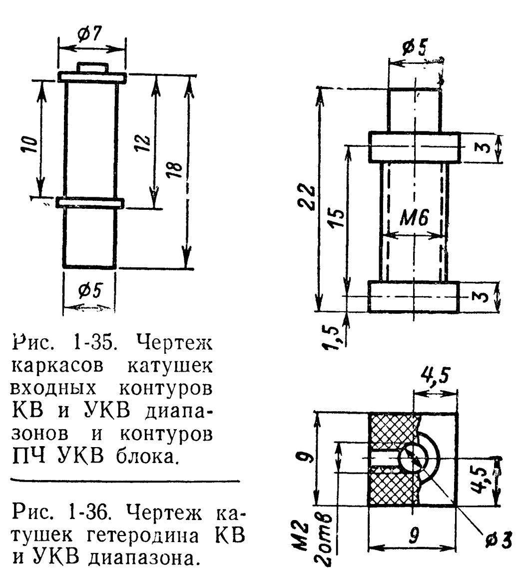


Рис. 1-35. Чертеж каркасов катушек входных контуров КВ и УКВ диапазонов и контуров ПЧ УКВ блока.

Рис. 1-36. Чертеж катушек гетеродина КВ и УКВ диапазона.

Катушки входных контуров КВ и УКВ диапазонов, а также контуров ПЧ УКВ блока намотаны на самодельных каркасах из органического стекла диаметром 5 и высотой 10 *мм* (рис. 1-35) и подстраиваются сердечниками 100НН.

Таблица 1-1

Обозначение на схеме	Число витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Тип намотки	Сердечник	Индуктивность, *мкгн*	Примечание
L_1	5	ПЭВ 0,51	Шаг 0,75 *мм*	Латунь: $d=4$ *мм*; $l=8$ *мм*.	—	—
L_2	30	ПЭЛ 0,25	Виток к витку	100НН	8	—
L_3	30	ПЭЛ 0,25	То же	100НН	8	—
L_4	30	ПЭЛ 0,25	» »	100НН	8	Отвод от 10-го витка
L_5	30	ПЭЛ 0,25	» »	100НН	8	
L_6	8	ПЭЛ 0,25	» »	—	—	Поверх катушки L_5
L_7	14+14	ПЭЛШО 0,12	Бифилярно	100НН	8	—
L_8	5	ПЭЛ 0,51	Шаг 0,75 *мм*	Латунь: $d=4$ *мм*; $l=8$ *мм*	—	Отвод от 1-го витка
L_9	0,5	ПЭЛШО 0,12	—	—	—	
L_{10}	60	ЛЭШО 7×0,07	Виток к витку	400НН	280	—
L_{11}	10	ПЭЛШО 0,12			—	
L_{12}	100	ПЭЛ 6×0,06	Внавал	СБ-9А	240	

L_{13}	100	ПЭЛ 6×0,06	»	СБ-9А	240	
L_{14}	100	ПЭЛ 6×0,06	»	СБ-9А	240	Отвод от 10-го витка
L_{15}	100	ПЭЛ 6×0,06	»	СБ-9А	240	Отвод от 50-го витка
L_{16}	100	ПЭВ 0,08	»	СБ-9А	—	—
L_{17}	16	ПЭВ 0,51	Виток к витку	100НН	1	—
L_{18}	1	ПЭЛШО 0,12	—	—	—	—
L_{19}	6	ПЭЛ 0,8	Шаг 1,0 *мм*	—	—	Без каркаса на оправке 5 *мм*
L_{20}	100	ПЭЛ 6×0,06	Внавал	СБ-9А	240	—
L_{21}	10	ПЭЛШО 0,12	»		—	—
L_{22}	100	ПЭЛ 6×0,06	»	СБ-9А	240	—
L_{23}	10	ПЭВ 0,8	Шаг 1,0 *мм*	100НН	0,9	
L_{24}	1	ПЭЛШО 0,12	—		—	
L_{25}	90	ПЭВ 0,12	Внавал		120	Отвод от 20-го витка
L_{26}	4	ПЭВ 0,2	—		—	—

Катушки входного контура СВ диапазона намотаны на плоском ферритовом стержне 400НН, а катушки гетеродинного контура СВ диапазона размещены в сердечнике СБ-9А. Чертеж каркасов катушек гетеродинных контуров КВ и УКВ диапазонов показан на рис. 1-36. Намоточные данные всех высокочастотных катушек приведены в табл. 1-1.

Переключатель диапазонов совмещен с выключателем питания. Описание такого переключателя было помещено в журнале «Радио» 1968, № 10.

Шкала приемника изготовлена фотографическим способом. После градуировки ее вычерчивают в масштабе 5 : 1, затем фотографируют и отпечатывают на фотобумаге. Шкала подсвечивается двумя миниатюрными лампочками на напряжение 10 *в* и ток 50 *ма*. Выключатель подсвета шкалы размещен в ручке для переноски приемника вместе с антенной СВ диапазона.

Налаживание приемника рекомендуется начинать с УНЧ. Для этого со звукового генератора на резистор регулятора громкости R_{21} следует подать напряжение 150 *мв*. Вместо громкоговорителя к выходу приемника нужно подключить эквивалент нагрузки сопротивлением 6 *ом*. Для получения выходной мощности 0,85 *вт* напряжение на этом резисторе должно равняться 2,45 *в*.

Сопротивление резистора R_{31} следует подобрать таким, чтобы напряжение в точке соединения эмиттера и коллектора транзисторов T_{12} и T_{13} составляло половину напряжения источника питания, а ток покоя УНЧ составлял 7—10 *ма*. С помощью резистора R_{35} устраняются искажения типа «ступенька». При увеличении сопротивления этого резистора нелинейные искажения снижаются, но растет ток покоя и температурная нестабильность.

В последнюю очередь снимают частотную характеристику усилителя. В правильно налаженном усилителе она должна быть линейна в пределах от 100 до 10 000 *гц*, с подъемом 6 *дб* на частоте 100 *гц*. Величину подъема регулируют резистором R_{26}. При этом, однако, нужно иметь в виду, что при увеличении подъема свыше 6 *дб* коэффициент передачи каскадов усилителя на транзисторах T_7, T_8 снижается.

Настроив УНЧ, приступают к налаживанию УПЧ. Во время настройки этого блока систему АРУ следует отключить, отпаяв резистор R_{51} от резистора R_{52}. Резистор R_{51} следует подключить к общему минусу и сопротивление его подобрать таким образом, чтобы коллекторный ток транзистора T_{16} был равен 1 *ма*. Нужный режим транзисторов T_{18}, T_{19} устанавливается автоматически, если напряжение на резисторе R_{52} будет находиться в пределах 3—4,5 *в*.

Режим преобразователя частоты устанавливают подбором сопротивления резистора R_{39}. Оптимальный режим преобразования наступает при коллекторном токе 0,5 *ма*. Наладив преобразователь частоты, приступают к настройке контуров ПЧ на частоту 465 *кгц*. Для этого через конденсатор C_{40} в цепь базы транзистора T_{15} подают напряжение с генератора стандартных сигналов. Выходное напряжение измеряют ламповым вольтметром на резисторе R_{52}, при этом правый (по схеме) вывод конденсатора C_{48} должен быть заземлен.

Правильно настроенный УПЧ должен иметь ширину полосы пропускания 10 *кгц*, чувствительность 4—5 *мкв* при напряжении на резисторе R_{52} 150 *мв*

Настроив УПЧ, восстанавливают цепь АРУ, а сопротивление резистора R_{31} подбирают таким образом, чтобы при отсутствии сигна-

ла ток через транзистор T_{16} был равен 1 *ма*. Затем проверяют действие системы АРУ. Для этого, увеличив напряжение на входе приемника в 1 000 раз (до 5 *мв*), измеряют напряжение на его выходе. Если выходное напряжение увеличивается более чем в 4 раза, необходимо либо увеличить коллекторный ток транзистора T_{16}, либо заменить его на транзистор с более высоким коэффициентом усиления $B_{ст}$.

Режим гетеродина СВ диапазона устанавливается автоматически. Наличие генерации можно проверить ламповым вольтметром, измерив высокочастотное напряжение на коллекторе транзистора T_{23}. Это напряжение должно быть порядка 5 *в*, а напряжение на катушке связи 80—150 *мв*. В случае срыва генерации следует увеличить емкость конденсатора C_{63} до 1 000 *пф*.

Сопряжение контуров средневолнового диапазона и окончательная настройка приемника производятся обычным способом. О способах сопряжения контуров рассказывается в статье «Портативный транзисторный» этого сборника.

Перед налаживанием преобразователя частоты КВ диапазона необходимо установить оптимальный режим стабилизатора напряжения. Для этого, изменяя сопротивление резистора R_{70}, на резисторе 1,5 *ком*, временно включенном между эмиттером транзистора T_{22} и общим плюсом, нужно получить напряжение 2,5—2,7 *в*.

Режим преобразователя частоты КВ диапазона устанавливают, подбирая такое сопротивление резистора R_{59}, чтобы коллекторный ток транзистора T_{20} был равен 0,5 *ма*. Контуры $L_{20}C_{68}$ и $L_{22}C_{69}$ следует настроить на частоту 465 *кгц*. При настройке напряжение ПЧ на катушке L_{21} должно быть минимальным. Подбирая сопротивление резистора R_{65}, коллекторный ток транзистора T_{21} устанавливают равным 1 *ма*. Напряжение гетеродина на базе транзистора T_{20} должно быть в этом случае около 100 *мв*.

Настройку коротковолновых диапазонов начинают с 25 *м*. Для этого напряжение 0,5 *в* частотой 11,8 *Мгц* с генератора стандартных сигналов через конденсатор емкостью 100 *пф* подают на контур $L_{17}C_{92}$. Напряжение ПЧ контролируют на катушке связи L_{21} с помощью лампового вольтметра или осциллографа.

При настройке ротор конденсатора переменной емкости поворачивают на 60° от положения минимальной емкости. При этом середина диапазона будет в центре шкалы, поскольку конденсатор КПЕ фирмы «Тесла» не является прямочастотным и сильно растягивает низкочастотную часть диапазона. Емкость конденсатора C_{84} берется равной 43 *пф*. Далее, вращая сердечник катушки L_{23}, добиваются появления напряжения ПЧ, а вращая ротор конденсатора переменной емкости от нуля до максимума и изменяя в некоторых пределах частоту генератора стандартных сигналов, определяют границы полученного диапазона. Если эти границы лежат в пределах 11,6—12,0 *Мгц*, то настройка считается законченной, если же ширина указанного диапазона будет уже, емкость конденсатора C_{84} следует увеличить, если шире — уменьшить.

Подобрав емкость конденсатора C_{84}, клеем БФ-2 закрепляют сердечник катушки L_{23} и при дальнейшей настройке его не вращают. Аналогичным образом настраивают и остальные КВ диапазоны. Растяжку диапазонов определяют конденсаторы C_{86}—C_{87}, а сдвиг частоты гетеродина конденсаторы C_{88}—C_{90}. В настроенном приемнике границы диапазонов должны иметь следующие пределы: 25 *м* — 11,6—12,0 *Мгц*; 31 *м* — 9,4—9,8 *Мгц*; 41 *м* — 6,95—7,35 *Мгц*; 49 *м* — 5,95—

6,25 *Мгц*. Далее настраивают входной контур $L_{17}C_{92}$. Настройку производят при слабой связи, поместив на телескопическую антенну один незамкнутый виток провода, соединенный с выходом ГСС. На диапазоне 25 *м* этот контур настраивают на среднюю частоту 11,8 *Мгц* при помощи сердечника катушки L_{17}. На остальных диапазонах настройка ведется на средние частоты 9,6; 7,15; 6,1 *Мгц* с помощью подстроечных конденсаторов C_{79}, C_{81}, C_{83} и конденсаторов C_{78}, C_{80}, C_{82}.

В последнюю очередь настраивают блок УКВ. Режим каскодных УПЧ устанавливают при помощи резисторов R_6 и R_9 так, чтобы их коллекторные токи были равны 1 *ма*. Затем сигнал ПЧ частотой 6,5 *Мгц* и напряжением 0,1 *в* с ГСС через конденсатор емкостью 1 000 *пф* подают на базу транзистора T_5 и приступают к настройке контуров L_5C_{15} и L_7C_{23} на частоту 6,5 *Мгц*. Контроль за настройкой ведется ламповым вольтметром, включенным между отводом и любым концом катушки L_7.

Далее напряжение ПЧ 0,01 *в* подают на базу транзистора T_3 и настраивают контуры L_3C_{10} и L_4C_{11}, причем контуры в коллекторных цепях транзисторов настраивают в первую очередь. Напряжение с генератора в процессе последовательной настройки контуров приемника следует уменьшать.

Общее усиление обоих каскадов УПЧ должно быть свыше 1 000 при полосе пропускания 200 *кгц*.

Настроив УПЧ, проверяют симметрию детектора. Для этого на ГСС устанавливают 30%-ную модуляцию, и модулированный сигнал подают в цепь базы транзистора T_3. Далее, изменяя сопротивление резистора R_{15}, добиваются минимального напряжения НЧ на регуляторе громкости R_{21}. Коллекторный ток транзистора T_6 в пределах 1—1,2 *ма* устанавливают, подбирая сопротивление резистора R_{18}.

Границы УКВ диапазона подгоняют, изменяя емкость конденсатора C_{26} и индуктивность катушки L_8. Сигнал с генератора стандартных сигналов подают в цепь базы транзистора T_1. Контур $L_2C_5C_6$ должен быть предварительно настроен на частоту 6,5 *Мгц*.

В заключение настраивают входную цепь УКВ диапазона. Настройку производят при минимальной связи между генератором стандартных сигналов и антенной приемника. Телескопическая антенна должна быть при этом выдвинута. Сопряжение настройки входных контуров и контуров гетеродина производят на двух частотах диапазона 65 и 70 *Мгц* с помощью сердечника катушки L_1 и конденсатора C_2.

На этом настройку приемника заканчивают и проверяют его работу последовательно на всех диапазонах.

Ламповый 2-V-2

Этот сетевой приемник прямого усиления, разработанный радиолюбителем А. П. Шилиным, рассчитан на прием радиовещательных станций средневолнового или длинноволнового диапазонов. Выбор диапазона, перекрываемого приемником, определяется местными условиями. Изменение диапазона может быть осуществлено заменой катушек настраиваемых контуров. Чувствительность приемника около 1—2 *мв* при выходной мощности 50 *мвт*. Максимальная неискаженная мощность тока звуковой частоты, развиваемая УНЧ прием-

ника, около 0,6 *вт*. Усилитель НЧ может быть использован для воспроизведения грамзаписи.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 1-37. Приемник двухламповый, собран по схеме 2-V-2. В двухкаскадном УВЧ работает триод-пентод 6Ф1П(*Л*$_1$), детектором — точечный диод Д9В(*Д*$_1$), а в двухкаскадном усилителе НЧ — триод-пентод 6Ф3П(*Л*$_2$).

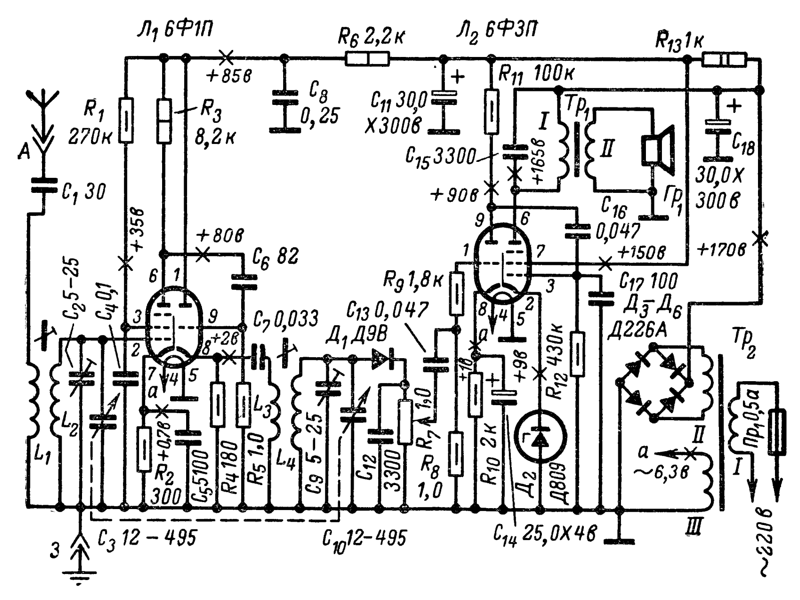


Рис. 1-37. Принципиальная схема лампового приемника 2-V-2.

Входной настраиваемый контур приемника образует катушка L_2, индуктивно (через катушку L_1) связанная с цепью антенна-земля, конденсатор переменной емкости C_3 и подстроечный конденсатор C_2. Сигнал, на частоту которого настроен контур, подается на управляющую сетку и усиливается пентодной частью лампы *Л*$_1$. Положительное напряжение на экранирующую сетку лампы подается через резистор R_1. Для высокочастотной составляющей экранирующая сетка заблокирована на землю конденсатором C_4. Резистор R_2 в катодном участке анодной цепи лампы, зашунтированный конденсатором C_5, — резистор автоматического смещения. Создающееся на нем падение постоянного напряжения подается на управляющую сетку лампы через контурную катушку L_2.

Напряжение ВЧ, усиленное пентодом, с резистора R_3, являющегося его нагрузкой, через разделительный конденсатор C_6 поступает на управляющую сетку триода лампы *Л*$_1$, включенного по схеме катодного повторителя. Нагрузкой этой лампы являются: по постоянной составляющей — катодный резистор R_4, а по переменной — катушка L_3 (через конденсатор C_7) высокочастотного трансформатора

L_3L_4, повышающего напряжение в 30—50 раз. Одновременно катушка L_4, конденсатор переменной емкости C_{10} и подстроечный конденсатор C_9 образуют второй колебательный контур, настраиваемый, как и входной контур $L_2C_3C_2$, на волну принимаемой станции. Детектирование модулированного сигнала ВЧ осуществляется диодом $Д_1$.

Катодный повторитель в сочетании с высокочастотным повышающим трансформатором позволяют получить на детекторе сигнал, увеличенный по сравнению с напряжением на управляющей сетке триода примерно в 12—15 раз как в средневолновом, так и в длинноволновом диапазонах.

Низкочастотный сигнал с переменного резистора R_7, являющегося нагрузкой детектора и одновременно регулятором громкости, через конденсатор C_{13} и резистор R_9 подается на управляющую сетку триода лампы $Л_2$ первого каскада УНЧ, а с нагрузочного резистора R_{11} триода — через конденсатор C_{16} на управляющую сетку пентода лампы $Л_2$ выходного каскада. Громкоговоритель включен в анодную цепь оконечного пентода через выходной трансформатор $Тр_1$.

Резистор R_9 совместно с входной и проходной емкостями триода лампы $Л_2$ и емкостью монтажа образуют фильтр, ослабляющий высокочастотную составляющую продетектированного сигнала. Напряжение смещения на управляющую сетку этой лампы подается (через резисторы R_9 и R_8) с катодного резистора R_{10}. Конденсатор C_{14}, шунтирующий резистор смещения, устраняет отрицательную обратную связь в этом каскаде.

В катодный участок анодной цепи выходного каскада включен не резистор автоматического смещения, как обычно делают в подобных каскадах, а стабилитрон типа Д809($Д_2$). Создающееся на нем падение напряжения, равное его напряжению стабилизации (9 *в*), через резистор R_{12} подается на управляющую сетку выходной лампы.

Конденсатор C_{15}, блокирующий первичную (*I*) обмотку выходного трансформатора, ослабляет высшие частоты звукового диапазона, предупреждая тем самым самовозбуждение усилителя. Заменяя его конденсаторами других емкостей, можно изменять тембр звука.

Анодно-экранные цепи ламп приемника питаются от двухполупериодного выпрямителя на диодах $Д_3$—$Д_6$, включенных по мостовой схеме, а накальные цепи — от обмотки *III* силового трансформатора $Тр_2$. Электролитические конденсаторы C_{18}, C_{11} и резистор R_{13} образуют фильтр, сглаживающий пульсации выпрямленного тока. Напряжение на анод выходного пентода подается (через обмотку *I* трансформатора $Тр_1$) с первого конденсатора фильтра, а на экранирующую сетку этой лампы, триод каскада предварительного усиления НЧ и электроды лампы $Л_1$ УВЧ — со второго конденсатора фильтра выпрямителя. Резистор R_6 и конденсатор C_8 образуют ячейку развязывающего фильтра, предотвращающего самовозбуждение приемника из-за паразитных связей между его усилителями через общий источник питания. Эта ячейка, кроме того, улучшает фильтрацию напряжения выпрямителя.

Выключателя питания приемник не имеет. Включение его в сеть и выключение производят штепсельной вилкой на шнуре питания.

Внешний вид приемника и конструкция его корпуса показаны на рис. 1-38, вид на шасси — на рис. 1-39, а схема размещения деталей в подвале шасси — на рис. 1-40. Большая часть резисторов и конденсаторов смонтирована на контактных выводах ламповых панелей.

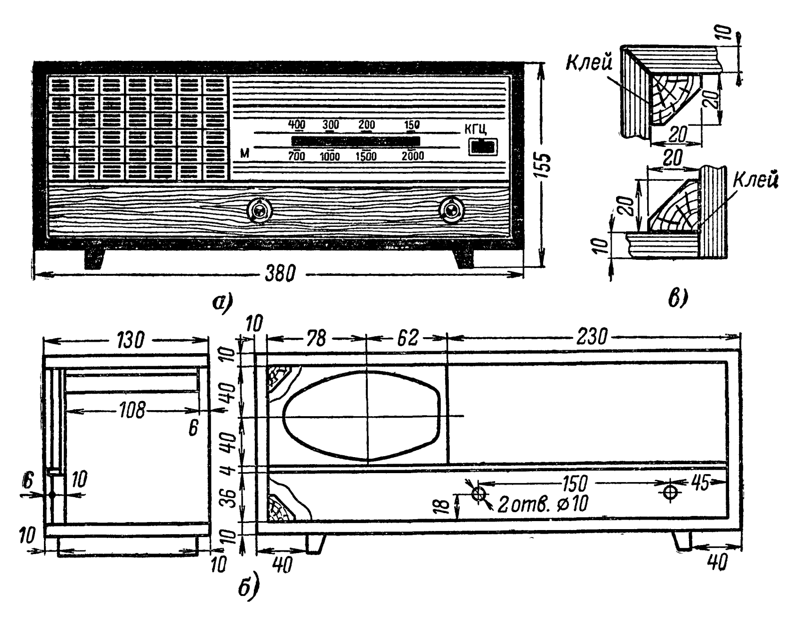


Рис. 1-38. Конструкция приемника.

а — внешний вид; *б* — вид корпуса в разрезе и сбоку; *в* — узлы склейки корпуса приемника.

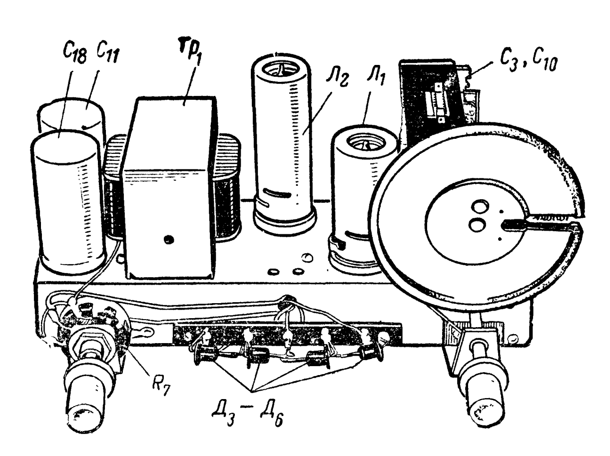


Рис 1-39. Шасси приемника.

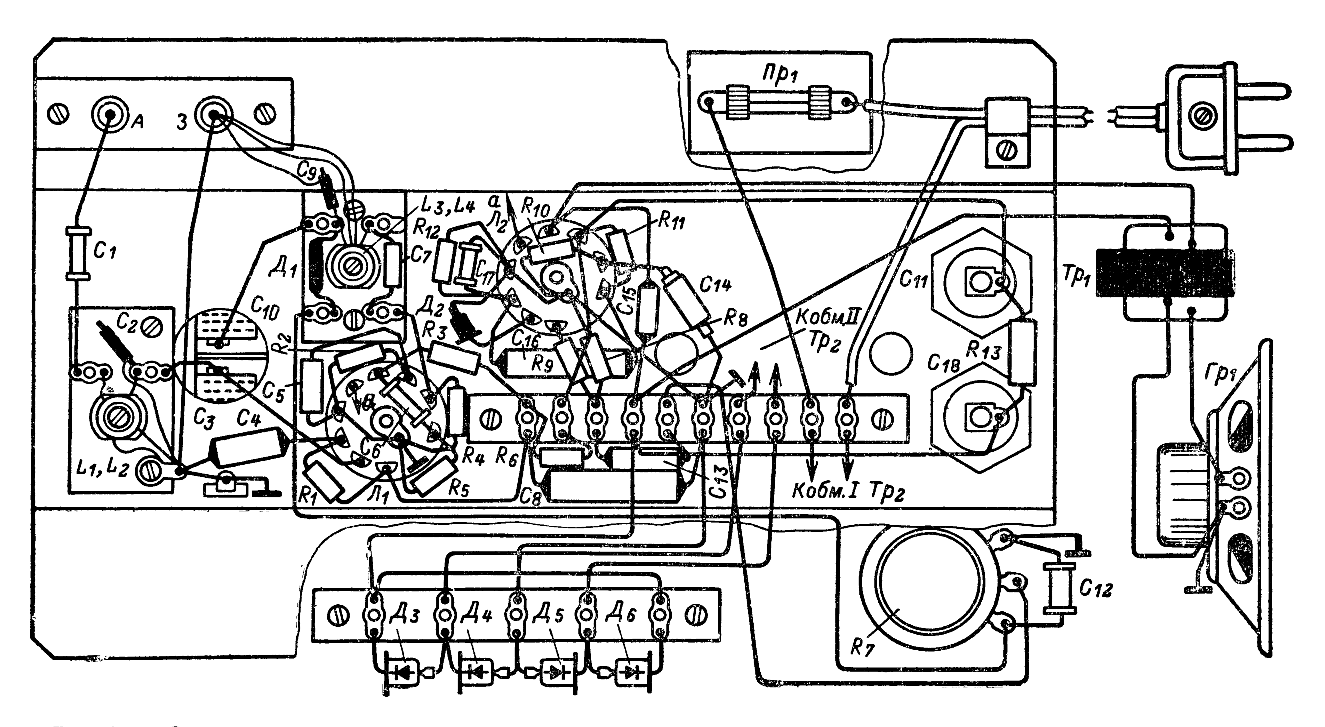


Рис. 1-40. Схема размещения деталей приемника в подвале шасси.

Часть деталей и диоды выпрямителя размещены на монтажных планках. Громкоговоритель укреплен на передней стенке корпуса, выходной трансформатор — на дне корпуса под громкоговорителем.

Катушки индуктивности L_1—L_4 (рис. 1-41) намотаны на унифицированных каркасах контуров от ламповых радиовещательных приемников (например, «Байкал», «Муромец») и смонтированы на платах из органического стекла или гетинакса толщиной 1,5—2 *мм*. Платы вместе с подстроечными конденсаторами, смонтированными на

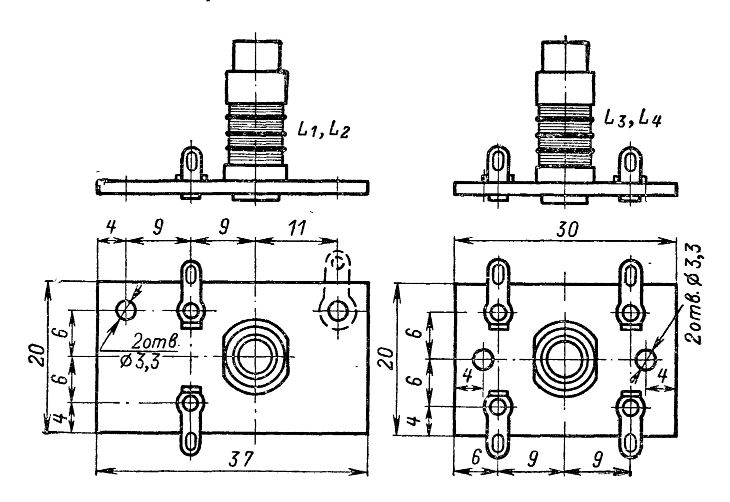


Рис. 1-41. Катушки приемника.

них, установлены в подвале шасси на втулках и закреплены винтами М3.

Для приема радиостанций длинноволнового диапазона катушка L_1 должна содержать 1 150 витков, катушки L_2 и L_4 — по 540 витков (4 секции по 135 витков в каждой секции) провода ПЭВ-2 0,09—0,1, катушка L_3 — 14 витков провода ПЭЛШО 0,12—0,15. Для радиостанций средневолнового диапазона катушка L_1 должна иметь 340 витков, катушки L_2 и L_4 — по 140 витков (четыре секции по 35 витков в каждой), а катушка L_3 — четыре витка такого же провода, что и для катушки длинноволнового диапазона.

Подстроечные конденсаторы C_2 и C_9 самодельные. Каждый из них представляет собой кусок медного провода диаметром 1,2—1,5 и длиной 25 *мм*, на который в один слой на длину 18—20 *мм* плотно, виток к витку, намотан провод ПЭЛШО 0,12—0,14. Отрезок провода является одной обкладкой конденсатора, намотанный на нем слой провода — второй обкладкой конденсатора, а изоляция провода — диэлектриком. Подгонка емкости такого конденсатора осуществляется изменением длины намотки.

Вполне понятно, что для подстройки контуров приемника вместо самодельных можно использовать подстроечные конденсаторы типа КПК-1 с максимальной емкостью 25—30 *пф*.

Выходной трансформатор Tp_1 может быть готовым, например от приемника «Рекорд-63» или любого другого лампового радиовещательного приемника III или IV классов. Данные самодельного выходного трансформатора: сердечник УШ 16×16, первичная (*I*) обмотка — 2 700 витков провода ПЭВ-1 0,12, вторичная (*II*) — 125 витков провода ПЭВ-1 0,44. Между слоями провода в обмотках и между обмотками делают прокладки из конденсаторной бумаги, а между наборами Ш-образных и замыкающих пластин сердечника — прокладку из толстой бумаги.

Электродинамический громкоговоритель, установленный в приемнике, типа 1ГД-18. Можно использовать любой другой громкоговоритель мощностью до 2—3 *вт* со звуковой катушкой сопротивлением 4—6,5 *ом*.

В качестве силового трансформатора использован переделанный унифицированный выходной кадровый трансформатор ТВК-70 (можно ТВК-110) телевизора, намотанный на сердечнике УШ16×32. Для уменьшения внешних габаритов трансформатора щечка с монтажными лепестками обрезана, а выводы обмоток пропущены через отверстия, проколотые в каркасе. Обмотка *I* (сетевая) трансформатора содержит 1 540 витков провода ПЭВ-2 0,18, обмотка *II* — 1 000 витков провода ПЭВ-2 0,14, обмотка *III* (накальная) — 45 витков провода ПЭВ-2 0,69. Для сети напряжением 127 *в* обмотка *I* должна содержать 900 витков провода ПЭВ или ПЭЛ 0,23.

Для защиты приемника от индустриальных помех, которые могут проникать из электроосветительной сети, в трансформаторе между сетевой и вторичными обмотками желательно иметь экран. Роль экрана может выполнять незамкнутый слой провода ПЭВ или ПЭЛ диаметром 0,12—0,14 *мм*, который заземляется.

Пластины сердечника собирают вперекрышку.

Мощность рассеяния и номинальные сопротивления всех резисторов указаны на принципиальной схеме. Переменный резистор R_7 может быть любого типа, но желательно группы В. Блок конденсаторов переменной емкости (C_3, C_{10}) — унифицированный, с минимальной емкостью 12 и максимальной 495 *пф*.

Конденсаторы C_1, C_6 и C_{17} — керамические или слюдяные типа КСО. Остальные неэлектролитические конденсаторы — бумажные типа МБМ или БМ-2. Электролитический конденсатор C_{14} — типа ЭМ или чехословацкой фирмы «Тесла», C_{11} и C_{18} — типа КЭ-2М.

Без ущерба для работы приемника емкости неэлектролитических конденсаторов могут отличаться от указанных на схеме номиналов на 25—50%, сопротивления резисторов — на 10—20%. Емкости электролитических конденсаторов могут быть значительно больше.

Роль детектора может выполнять любой точечный диод серии Д9. Наилучшие результаты дают кремниевые точечные диоды Д101—Д104. В выпрямителе вместо плоскостных диодов Д226А можно использовать диоды Д7Ж или селеновый выпрямитель АВС-80-260.

Вместо стабилитрона Д809($Д_2$) можно использовать близкий ему по напряжению стабилизации опорный диод, например, Д808. Если вообще не окажется стабилитрона, то в цепь катода выходного пентода придется включить резистор сопротивлением 270—330 *ом* на мощность рассеяния 2 *вт* и зашунтировать его конденсатором емкостью 20—50 *мкф* на рабочее напряжение не менее 12 *в*.

Настройка приемника осуществляется с помощью верньерного устройства, схема и детали которого показаны на рис. 1-42. Осью *5* настройки может быть ось от негодного переменного резистора ти-

па СП. Диск *1* верньерного механизма, насаженный на ось блока конденсаторов переменной емкости, — готовый или изготовленный из листового органического стекла или винипласта. Ролики *3* для тросика *4* привода проволочной стрелки *7* могут быть изготовлены из

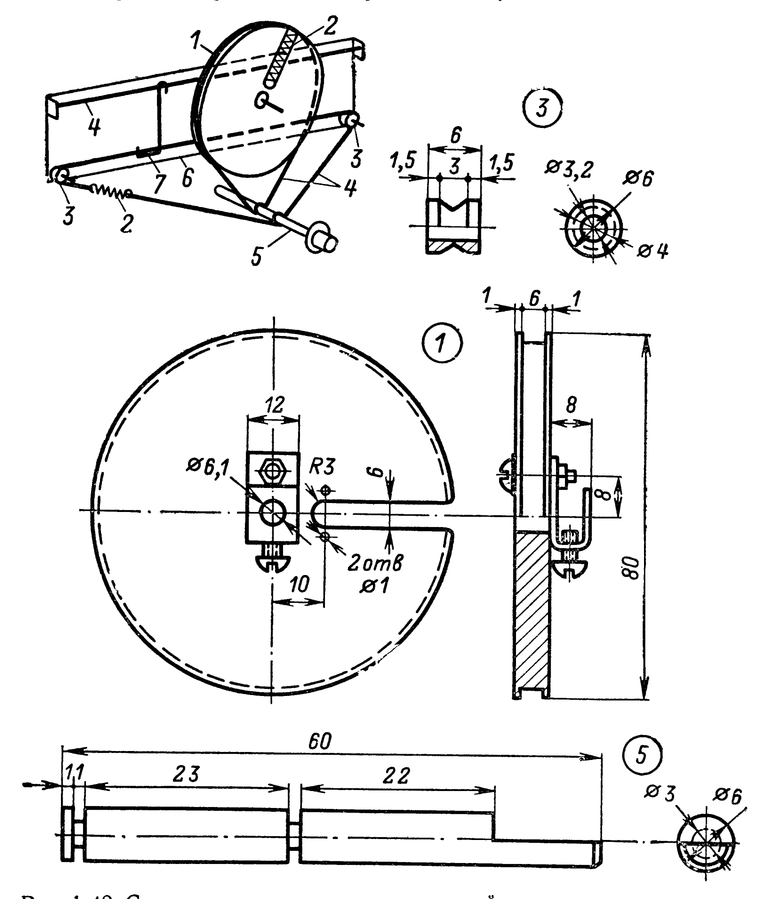


Рис. 1-42. Схема и детали верньерного устройства.

1 — диск верньера; *2* — натяжная пружина; *3* — ролик; *4* — тросики; *5* — ось настройки; *6* — подшкальник; *7* — стрелка.

алюминиевого или пластмассового прутка диаметром 6 *мм*: сначала в прутке по оси сверлят отверстие диаметром 3,2 *мм*, затем трехгранным напильником или надфилем пропиливают канавку, после чего пруток зажимают в патроне ручной или электрической дрели и при вращающемся шпинделе канавку обтачивают ребром напильника. Ролики вращаются на проволочных осях, укрепленных на подшкальнике *6*. Роль тросиков диска верньера, привода и направляю-

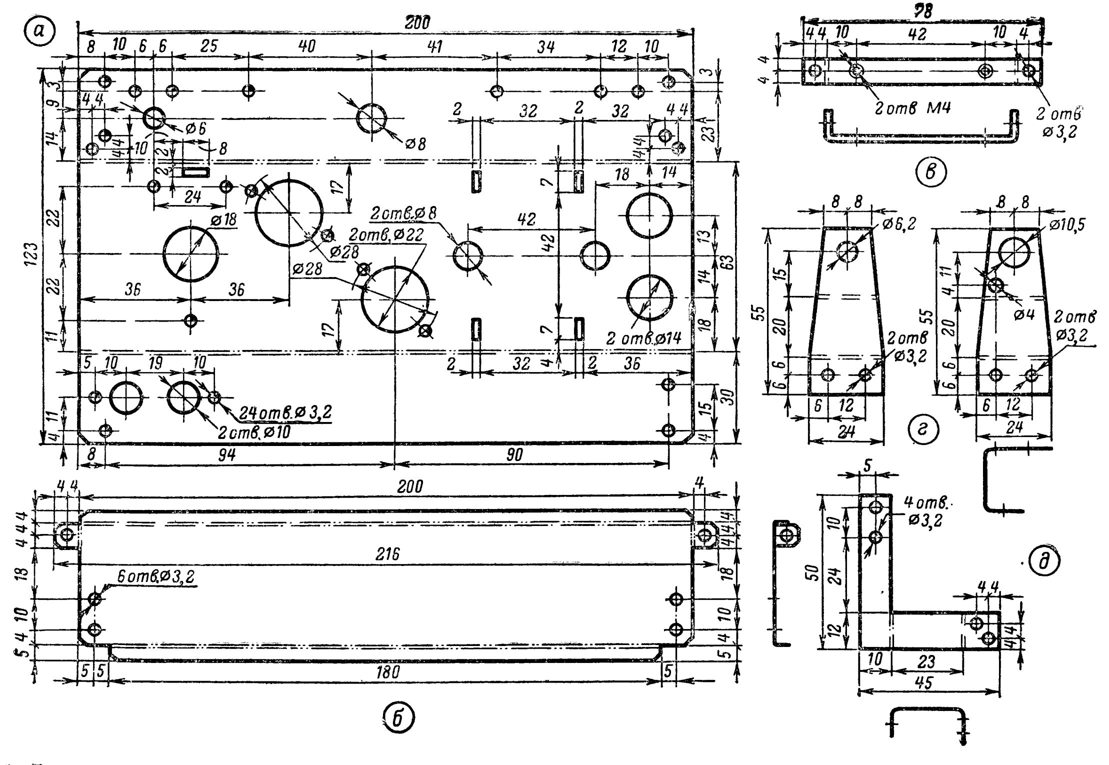


Рис. 1-43. Детали шасси.

а — развертка шасси (вид сверху); *б* — развертка подшкальника (вид спереди) и вид подшкальника сбоку; *в* — скоба крепления шасси к дну корпуса приемника; *г* — скобы крепления на шасси оси настройки (слева) и переменного резистора R_7 (справа); *д* — кронштейн крепления подшкальника.

щей стрелки шкалы выполняют отрезки крученой капроновой нити. Натяжение тросиков осуществляется пружинами *2*.

Металлическое П-образное шасси, развертка которого показана на рис. 1-43, изготовлено из листового оцинкованного железа толщиной 0,7—0,8 *мм* или алюминия толщиной 1,0—1,5 *мм*. Ось верньерного механизма и переменный резистор R_7 крепят на шасси с помощью металлических скоб (рис. 1-43, *г*). Подшкальник (рис. 1-43, *б*), выполненный из того же материала, что и шасси, устанавливают на шасси на металлических кронштейнах (рис. 1-43, *д*).

Шасси, кронштейны и другие детали приемника, изготовленные из листового металла, покрашены краской, состоящей из жидкого (разбавленного ацетоном или спиртом) клея БФ-2 и алюминиевой пудры. Красить можно мягкой кистью или пульверизатором, стремясь в один прием получить равномерное покрытие поверхности. Сушить шасси или детали надо в течение 2—3 *ч* при температуре 70—90° С, например под лампой накаливания мощностью 200—300 *вт*.

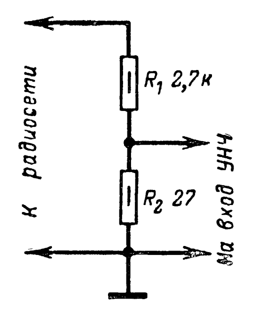


Рис. 1-44. Делитель напряжения радиотрансляционной сети.

Чтобы предотвратить возникновение фона переменного тока, проводники, идущие к переменному резистору R_7, следует заключить в экранирующий металлический чулок и заземлить его возле лампы $Л_2$. С этой же целью проводники, несущие переменный ток (цепи питания нитей накала ламп, выпрямителя, сетевой обмотки силового трансформатора), полезно свить попарно с шагом 8—10 *мм*.

Налаживание приемника начинают с проверки правильности монтажа по принципиальной схеме. Если ошибок нет, то можно включить питание, проверить работу выпрямителя, а затем режимы работы ламп. Напряжение на конденсаторе C_{11} фильтра выпрямителя должно быть 150—160 *в*, на конденсаторе C_{18} — около 170 *в*. Напряжения на электродах ламп, указанные на принципиальной схеме, измерены относительно шасси авометром типа Ц-20. Отклонение от этих напряжений допустимо в пределах 10—15%.

Чтобы проверить работу УНЧ, на его вход (крайние выводы переменного резистора R_7) надо подать сигнал от звукового генератора или звукоснимателя. На вход УНЧ можно также подать сигнал радиотрансляционной сети, но обязательно через делитель напряжения, схема которого показана на рис. 1-44. При любом положении движка переменного резистора R_7 УНЧ должен работать без заметных на слух искажений.

Прежде чем приступить к налаживанию УНЧ, нужно проверить, не самовозбуждается ли эта часть приемника. Это можно сделать с помощью высокоомного вольтметра постоянного тока, подключив его к крайним по схеме выводам переменного резистора R_7 плюсовым зажимом к точке соединения этого резистора с диодом $Д_1$. Если усилитель не самовозбуждается, то при изменении емкости конденсаторов настройки вольтметр не должен показывать никакого напряжения. Если в каком-либо из положений ротора блока конденсаторов переменной емкости вольтметр будет показывать напряжение, что будет свидетельствовать о самовозбуждении трак-

та ВЧ, для борьбы с этим явлением нужно уменьшить сопротивление резистора R_3 на 15—20% (заменив его резистором с номиналом 6,8—6,2 *ком*) или несколько увеличить сопротивления резистора R_1 в цепи экранирующей сетки пентодной части лампы $Л_1$ и резистора R_6 ячейки развязывающего фильтра, подключить параллельно конденсатору C_8 электролитический конденсатор емкостью 5—20 *мкф*. А если это не помогает, тогда плату с катушками L_3 и L_4 детекторного каскада надо будет перенести на верх шасси. Укрепить ее можно с помощью уголка, используя для крепежных винтов те же отверстия в шасси.

Устранив самовозбуждение, приступают к установке границ диапазона волн, перекрываемого приемником, и сопряжению настроек контуров. Определить границы диапазона, а также проградуировать шкалу приемника можно путем сравнения положения принимаемых радиостанций на шкалах налаживаемого и заводского приемников.

Сначала наружную антенну подключают непосредственно к управляющей сетке триодной части лампы $Л_1$, движок переменного резистора R_7 ставят в положение наибольшей громкости и, настроив приемник на какую-либо наиболее длинноволновую радиостанцию, по шкале заводского приемника определяют границу конца диапазона (емкость конденсатора C_{10} наибольшая) самодельного приемника. Если эту границу надо сдвинуть в сторону более длинных волн, подстроечный сердечник катушки L_4 больше ввинчивают внутрь каркаса, а если в сторону более коротких волн, то, наоборот, сердечник вывинчивают, уменьшая тем самым индуктивность контурной катушки. Затем приемник перестраивают на какую-либо наиболее коротковолновую радиостанцию и таким образом узнают границу начала диапазона (емкость конденсатора C_{10} наименьшая). Чтобы эту границу сдвинуть в сторону более коротких волн, емкость подстроечного конденсатора C_9 уменьшают, а если в сторону более длинных волн, то, наоборот, увеличивают его емкость.

После этого антенну переключают на вход приемника, настраивают его на радиостанцию, близкую к концу диапазона, и подстроечным сердечником катушки L_2 добиваются наиболее громкого приема сигналов этой радиостанции. Далее приемник настраивают на радиостанцию начала диапазона и подстроечным конденсатором C_2 добиваются наиболее громкого приема этой станции. Подстройку контура $L_2C_3C_2$ в конце и в начале диапазона производят несколько раз, добиваясь оптимального сопряжения настроек обоих резонансных контуров приемника. По мере подстройки контуров регулятор громкости (R_7) нужно постепенно выводить, так как уловить момент резонанса контуров легче при небольшой громкости. Настройку контуров лучше вести в вечернее время, когда возможен прием большого числа радиовещательных станций.

Наиболее быстрое и точное сопряжение настроек контуров может быть достигнуто с помощью генератора стандартных сигналов и лампового или транзисторного вольтметра.

Может случиться, что приемник через некоторое время после включения начинает работать с искажениями. Причиной этого явления может быть выходной каскад. Дело в том, что пентодная часть лампы 6Ф3П имеет значительный разброс значений анодного тока. У отдельных экземпляров ламп анодный ток пентодной части вместо типового 40—41 *ма* может достигать 50—54 *ма*. При установке такой лампы в приемник и повышении напряжения сети, а значит, и напряжения на выходе выпрямителя, анодный ток пентода сильно

возрастает, что приводит к насыщению сердечника выходного трансформатора и появлению нелинейных искажений.

Если такое явление наблюдается, то надо прежде всего измерить напряжения на аноде и экранирующей сетке пентодной части лампы. Напряжение на аноде должно быть не более 155—165 *в*, а на экранирующей сетке — не более 145—160 *в*. При более высоких напряжениях на этих электродах лампы стабилитрон Д809($Д_2$) надо заменить стабилитроном Д813 или Д814Г, чтобы увеличить отрицательное напряжение смещения на управляющей сетке лампы выходного каскада.

В том случае, если колебания напряжения сети значительные, особенно в сторону повышения, то стабилитрон целесообразно заменить резистором МЛТ-1 с номинальным сопротивлением 270—330 *ом* и зашунтировать его электролитическим конденсатором емкостью 30—50 *мкф*, рассчитанным на рабочее напряжение не менее чем на 15 *в*.

Обе лампы приемника можно заменить лампами 6Ф4П. В этом случае сопротивление резистора R_1 должно быть 120—150 *ком*, резистора R_2 — 120 *ом*, резистора R_3 — 4,3—5,6 *ком*, резисторов R_4 и R_{10} — по 680 *ом*, разистора R_{11} — 51 *ком*. Стабилитрон $Д_2$ следует заменить резистором сопротивлением 100 *ом*; его можно не шунтировать конденсатором.

Хорошо налаженный приемник обеспечивает прием местных и удаленных мощных радиовещательных станций на комнатную антенну.

Всеволновый стереоприемник

Приемник, разработанный инженером В. С. Хмарцевым достаточно сложен по схеме и конструкции и рассчитан на повторение радиолюбителями высокой квалификации, однако сложность его окупается качеством работы.

В приемнике, принципиальная схема которого изображена на рис. 1-45, использовано 25 транзисторов и 19 полупроводниковых диодов. Приемник всеволновый. С его помощью можно принимать сигналы радиостанций во всех вещательных (длинноволновом, средневолновом и трех коротковолновых) диапазонах. Кроме того, имеется возможность приема УКВ ЧМ вещания в диапазоне 4,56—4,11 *м*. В этом диапазоне приемник имеет сквозной стереофонический тракт, позволяющий осуществлять прием стереовещания. В стационарном режиме к приемнику можно подключить высококачественный УНЧ и акустический агрегат, что позволит прослушивать стереофонические передачи. При желании число КВ диапазонов может быть увеличено до пяти-шести за счет расширения диапазона в сторону его коротковолновой части.

Чувствительность приемника при выходной мощности 50 *мвт* и соотношении сигнал/шум 20 *дб* на всех коротковолновых диапазонах 10—15 *мкв*, на средневолновом и длинноволновом диапазонах около 1 *мв/м*. В УКВ диапазоне чувствительность, измеренная при соотношении сигнал/шум 26 *дб*, составляет 5 *мкв*. Избирательность по соседнему каналу АМ тракта примерно 60 *дб*. Усредненная крутизна скатов резонансной характеристики ЧМ тракта 0,25 *дб/кгц*. Избирательность по зеркальному каналу не менее 30 *дб*. Промежуточная частота АМ тракта 465 *кгц*, ЧМ тракта 6,8 *Мгц*. Полоса про-

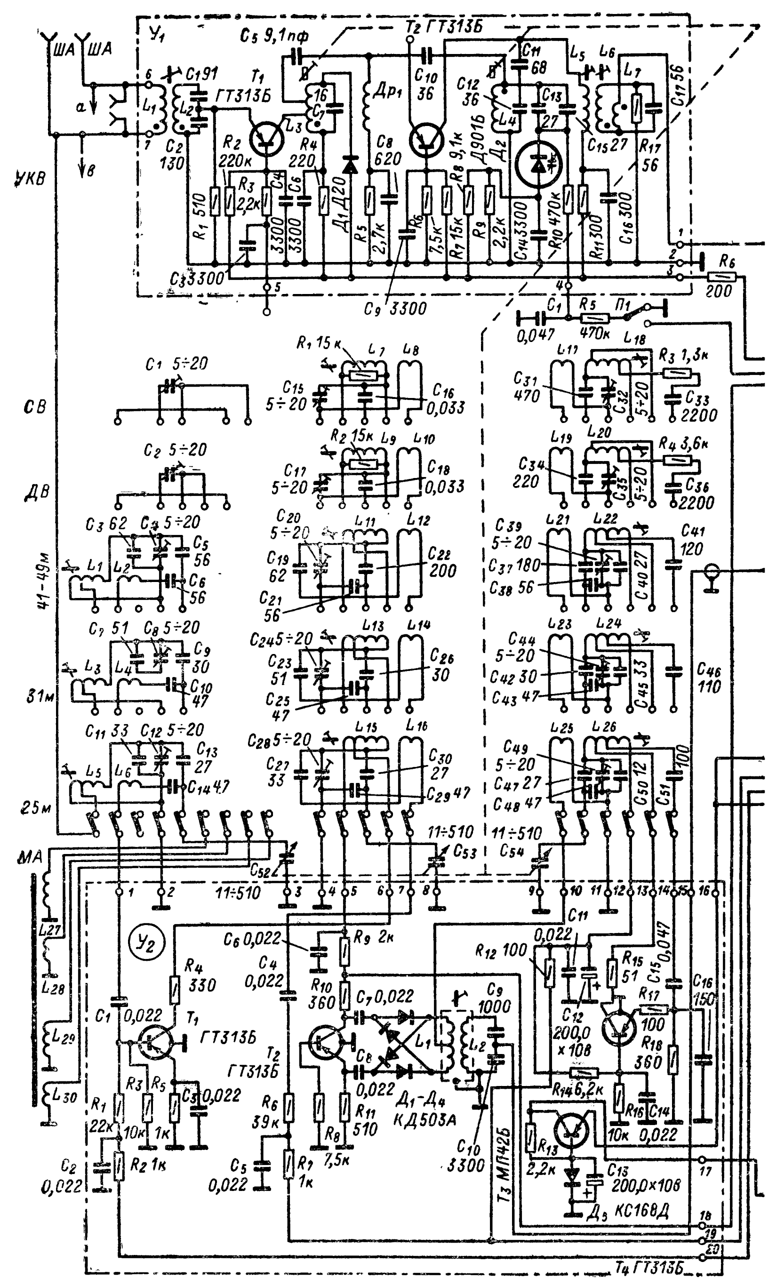
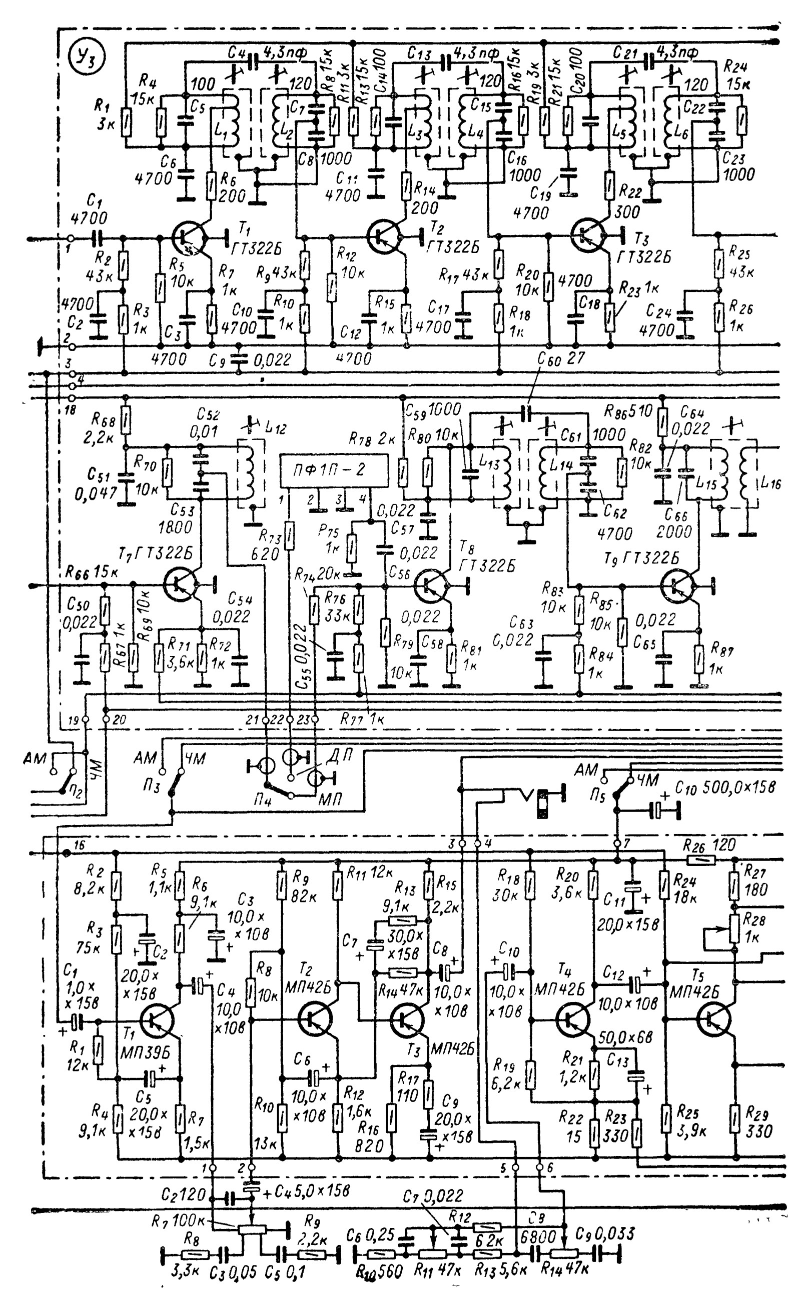
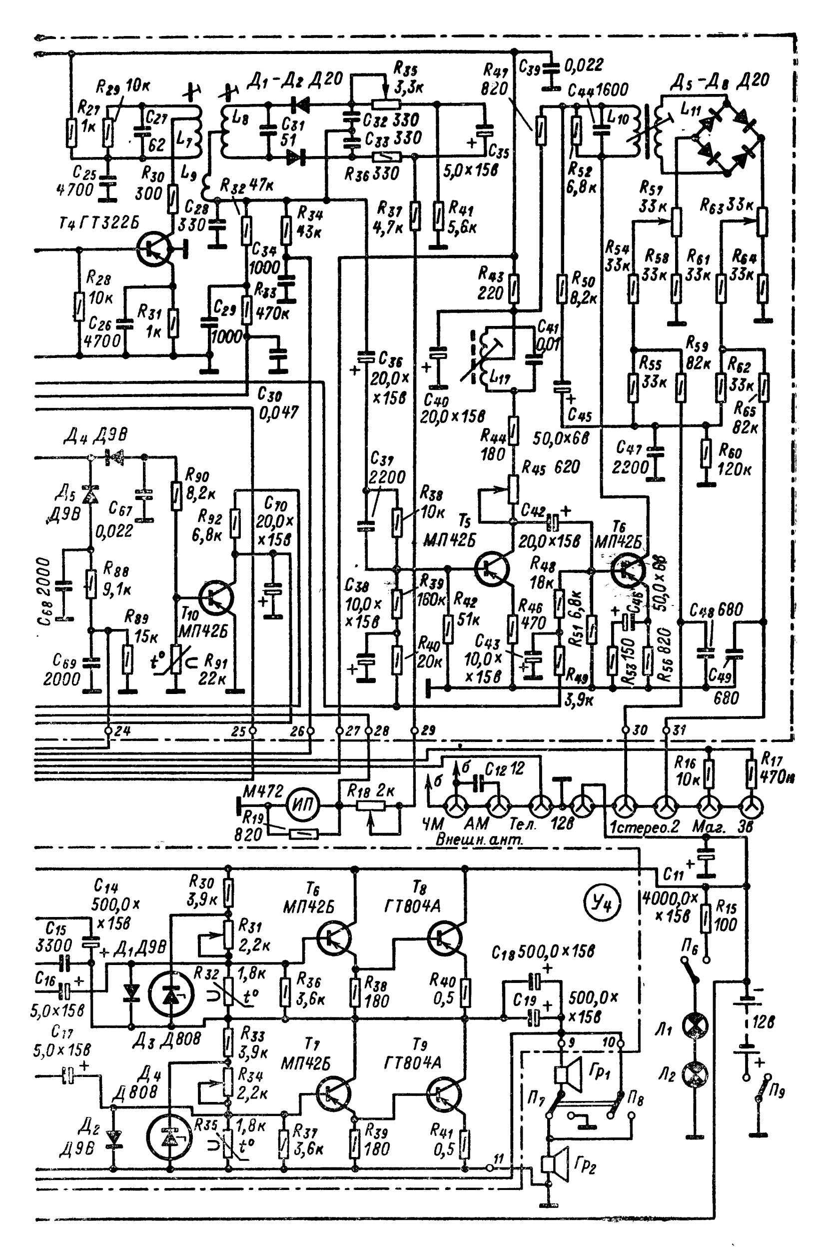


Рис. 1-45. Принципиальная схема приемника.





Окончание рис. 1-45.

пускания в АМ тракте по промежуточной частоте примерно 9 *кгц*, по ПЧ УКВ ЧМ тракта 200 *кгц*. Усиленная автоматическая регулировка в АМ тракте позволяет при изменении напряжения на входе приемника на 60 *дб* получить изменение напряжения на его выходе на 8 *дб*.

В диапазоне УКВ приемник имеет автоматическую подстройку частоты с коэффициентом подстройки 5—8 раз. Полоса воспроизводимых звуковых частот при приеме АМ сигналов в положении «Дальний прием» 100—4 500 *гц*, а в положении «Местный прием» 100—7 000 *гц*. При приеме ЧМ сигналов полоса воспроизведения низких частот составляет 100—12 000 *гц* Чувствительность с гнезд звукоснимателя 250 *мв* при входном сопротивлении 500 *ком*, причем предусмотрена возможность проигрывания стереофонических пластинок.

Выходной каскад УНЧ может работать в двух режимах — с выходной мощностью 2 и 0,7 *вт*. Питается приемник от восьми элементов типа «Марс» или «Сатурн» либо от автомобильного аккумулятора напряжением 12 *в*.

Размеры приемника 365×224×120 *мм*, масса 4,3 *кг*.

Приемник имеет раздельные тракты усиления АМ и ЧМ. Это позволяет, несмотря на некоторое усложнение схемы, выбрать оптимальный вариант построения каждого тракта в отдельности. Кроме того, такое построение исключает коммутацию при переходе с приема АМ сигналов на ЧМ и обратно и позволяет повысить надежность работы приемника.

Блок УКВ($У_1$) собран по стандартной схеме унифицированного УКВ блока на транзисторах подобно тому, который использован в промышленном радиоприемнике «Рига-103».

Транзистор T_1 этого блока работает усилителем высокой частоты. При большом входном сигнале происходит ограничение по максимуму с помощью диода $Д_1$. Транзистор T_2 используется в каскаде преобразователя частоты. Нагрузкой преобразователя служит полосовой фильтр, с выхода которого сигнал промежуточной частоты подается на УПЧ для дальнейшего усиления. Автоподстройка частоты гетеродина работает на диоде $Д_2$.

Блок $У_3$ — УПЧ ЧМ тракта собран на транзисторах T_1—T_4. Нагрузкой каждого каскада служат полосовые фильтры с внешней емкостной связью. В целях лучшего согласования выходного сопротивления фильтров ПЧ с малым входным сопротивлением транзистора использованы емкостные делители, включаемые параллельно вторичному контуру фильтра. Частотный детектор ЧМ тракта собран на диодах $Д_1$—$Д_2$. При приеме стереопрограммы используется полярный стереодетектор, собранный на транзисторах T_5, T_6, находящихся также в блоке $У_3$.

Усилитель высокой частоты АМ тракта собран на транзисторе T_1 блока $У_2$. Усиленный сигнал поступает на фазоинвертор, собранный на транзисторе T_2. С нагрузки этого каскада — резисторов, стоящих в эмиттере и коллекторе транзистора T_2, снимаются сигналы, сдвинутые по фазе на 180° относительно друг друга. Эти сигналы подаются на преобразователь частоты, собранный по схеме кольцевого балансного модулятора на диодах $Д_1$—$Д_4$. Кроме напряжения сигнала на модулятор подается напряжение с частотой гетеродина, собранного на транзисторе T_4.

Выбор преобразователя частоты, собранного по схеме кольцевого балансного модулятора, объясняется тем, что такой преобразователь отличается от обычного транзисторного способностью подавлять

различные интерференционные частоты, что улучшает качество приема, особенно в КВ диапазонах, а также малым уровнем перекрестных искажений. Однако такой преобразователь имеет основной недостаток, заключающийся в том, что для его нормальной работы требуется относительно высокое напряжение гетеродина (около 1 *в*). При этом кольцевой балансный модулятор работает наиболее эффективно, хорошо подавляет перекрестную модуляцию и обеспечивает максимальный коэффициент передачи. Амплитудно-модулированный сигнал промежуточной частоты выделяется в контуре L_2, C_9 блока $У_2$ и поступает для дальнейшего усиления в блок $У_3$ — в тракт усиления АМ ПЧ. Усилитель ПЧ амплитудно-модулированных сигналов собран на транзисторах T_7—T_9.

Основная избирательность обеспечивается в положении «Дальний прием» пьезокерамическим фильтром ПФ1П-2 и полосовым *LC*-фильтром во втором каскаде УПЧ. Во время приема местных мощных радиостанций переключатель $П_4$ переводится в положение «Местный прием», пьезокерамический фильтр отключается и полоса пропускания УПЧ расширяется до 15 *кгц*, а общий коэффициент усиления уменьшается за счет подключения резистора R_{74} в базовую цепь транзистора T_8. В системе АРУ работает транзистор T_{10}, с нагрузки которого (резистор R_{92}) усиленное напряжение АРУ подается в цепь базы транзистора T_1 усилителя высокой частоты (блок $У_2$). Кроме того, системой АРУ охвачен и первый каскад УПЧ, собранный на транзисторе T_7 в блоке $У_3$.

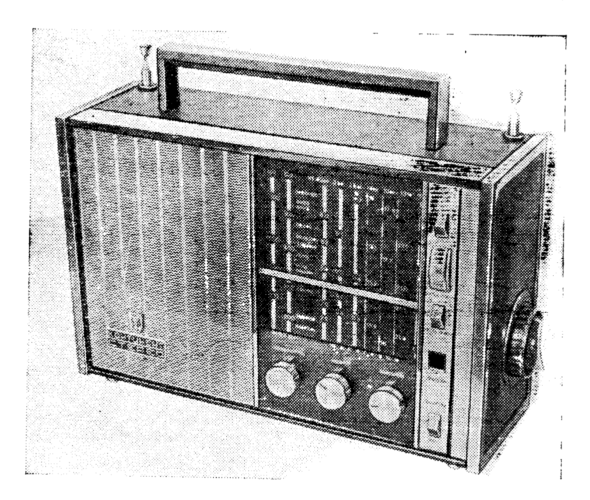
Продетектированный АМ сигнал снимается с резистора R_{89} и поступает на усилитель низкой частоты (блок $У_4$). Этот усилитель собран на девяти транзисторах. Компенсированный регулятор громкости установлен после первого каскада УНЧ и включает детали R_7, R_8, R_9, C_2, C_3, C_5. Регулировка тембра производится раздельно по высшим и низшим частотам между третьим и четвертым каскадом УНЧ. Регулятор низших частот собран по обычной схеме на резисторах R_{10}, R_{11}, R_{13} и конденсаторах C_6 и C_7, регулятор высших частот (резистор R_{14} и конденсаторы C_8, C_9) также не имеет особенностей. Во время работы приемника в экономичном режиме громкоговорители соединяют последовательно с помощью переключателя $П_7$ и $П_8$, при желании получить большую мощность громкоговорители соединяют параллельно.

Стабилизатор напряжения цепей питания баз транзисторов блока УКВ, УВЧ и ПЧ, а также гетеродина АМ тракта собран на транзисторе T_3 (блок $У_2$). Этот стабилизатор обеспечивает ток 10 *ма* при напряжении 6,8 *в*.

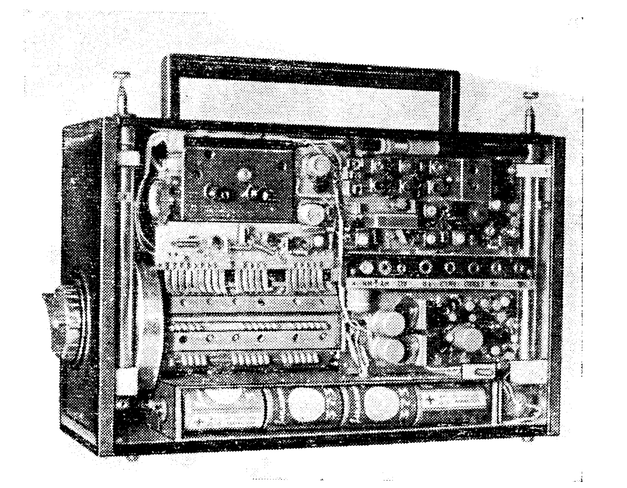
В приемнике использован стрелочный индикатор настройки, который в зависимости от рода принимаемых сигналов включается либо в цепь эмиттера транзистора T_7, либо в каскад частотного детектора.

Внешний вид приемника и вид на монтаж показаны на фотографиях (рис. 1-46). Это переносный приемник, имеющий пластмассовый корпус с вертикальной шкалой и органами настройки, расположенными на передней и боковой сторонах корпуса. Приемник имеет две штыревые антенны — одну для приема АМ сигналов в КВ диапазонах, вторую для приема УКВ ЧМ. Кроме того, для работы в ДВ и СВ диапазонах используется магнитная антенна. Блок УКВ ($У_1$) — готовый от заводского приемника «Рига-103». Блок высокой частоты АМ тракта ($У_2$) собран на Г-образной печатной плате, чертежи которой изображены на рис. 1-47.

Эта плата расположена между блоком УКВ и барабанным переключателем. На этой же плате монтируют кольцевой модулятор, стабилизатор напряжения и гетеродин. Блок УПЧ ($У_3$) для АМ и ЧМ трактов и блок усилителя низкой частоты собраны на двух печатных платах, которые конструктивно объединены в один общий узел. Чертежи печатных плат этих блоков помещены на рис. 1-48 и 1-49. Регуляторы громкости и тембра собирают на металлической пластине, укрепленной с помощью уголков на передней стенке приемника.



а)



б)

Рис. 1-46. Внешний вид приемника (*а*) и вид на монтаж (*б*).

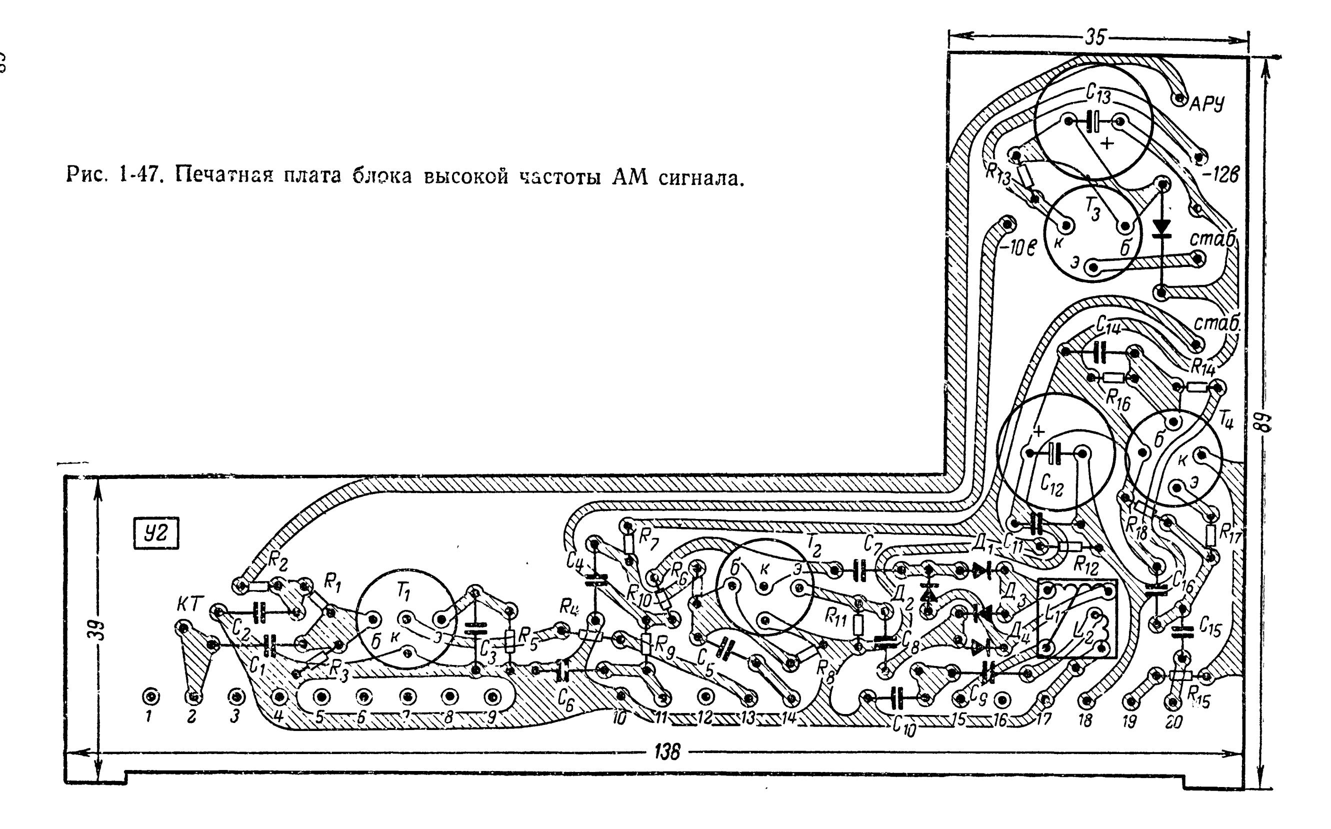


Рис. 1-47. Печатная плата блока высокой частоты АМ сигнала.

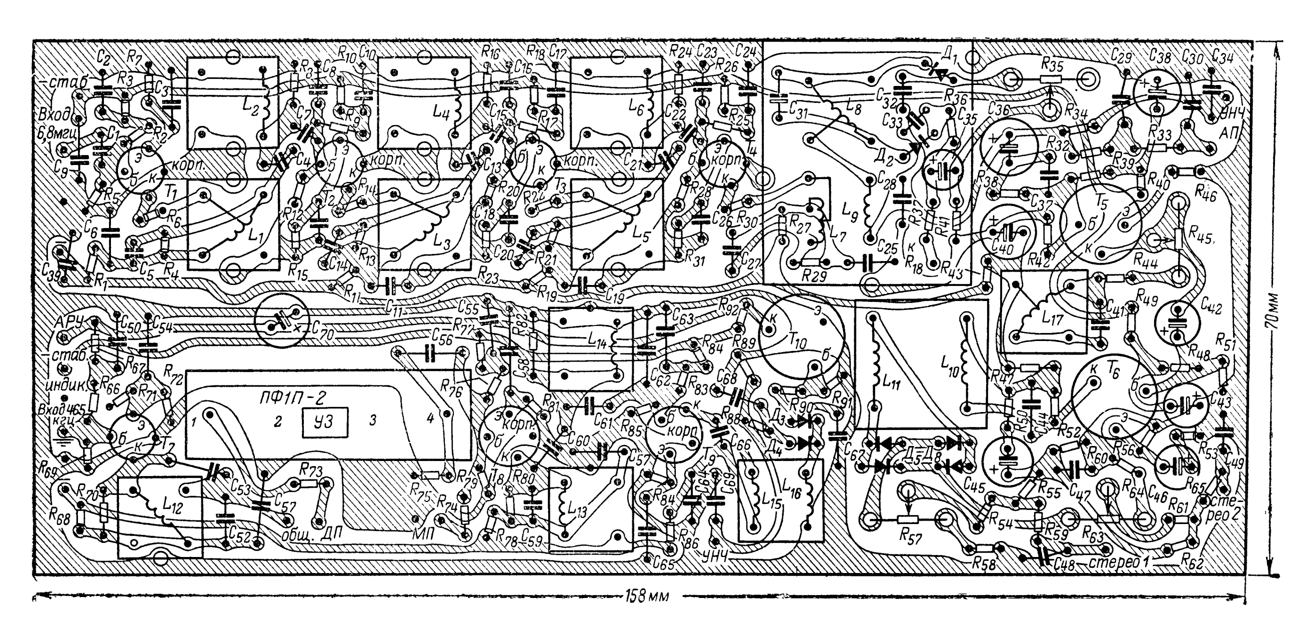


Рис. 1-48. Печатная плата блока УПЧ.

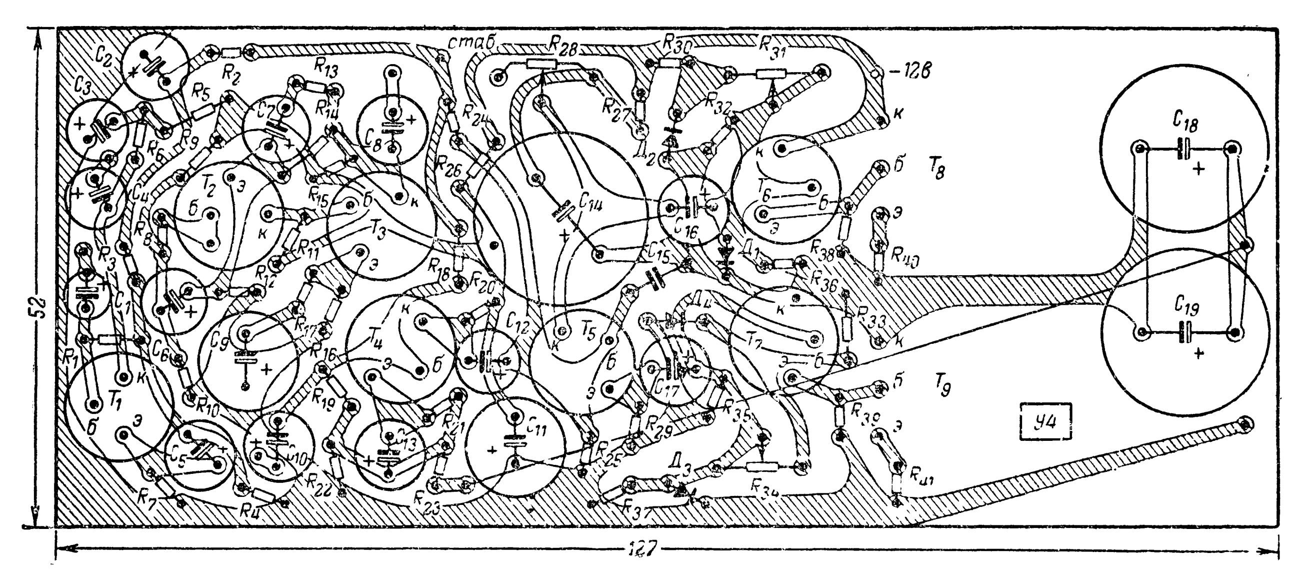


Рис. 1-49. Печатная плата блока УНЧ.

Барабанный переключатель самодельный, но может быть использован от приемника «Спидола» с незначительным изменением конструктивного расположения блоков внутри футляра.

Строенный блок конденсатора переменной емкости взят от приемника «Сакта». Можно применить и любой другой, подходящий по емкости и габаритам. Если емкость блока конденсаторов незначительно отличается от использованного в приемнике, то это не страшно, так как с помощью подстроечных элементов контуров, а также подбором емкости остальных конденсаторов, входящих в контур, можно настроить приемник в желаемом диапазоне частот.

Все резисторы, используемые в приемнике — типа МЛТ-0,25, электролитические конденсаторы — К-50-6, громкоговорители — 1ГД-28 Намоточные данные контуров и ФПЧ указаны в табл. 1-2.

Таблица 1-2

Обозначение на схеме	Число витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Марка и размеры сердечника, *мм*
Блок $У_2$			
L_1	5+5	ПЭВ 0,15	600НН; ⌀ 2,8; l=14 (от приемника «Сокол»)
L_2	74	ПЭВ 0,12	То же
Блок $У_3$			
L_1	28+12	ПЭВ 0,12	100НН: ⌀ 4; l=8
L_2	40	ПЭВ 0,12	То же
L_3	28+12	ПЭВ 0,12	»
L_4	40	ПЭВ 0,12	»
L_5	28+12	ПЭВ 0,12	»
L_6	40	ПЭВ 0,12	»
L_7	37+13	ПЭВ 0,12	»
L_8	22+22	ПЭВ 0,12	»
L_9	15	ПЭВ 0,12	На каркасе L_7
L_{10}	350	ПЭВ 0,07	Б18; ⌀ 2,2; l=10
L_{11}	500	ПЭВ 0,07	На каркасе L_{10}
L_{12}	54	ПЭВ 0,15	600НН; ⌀ 2,8; l=14
L_{13}	70	ПЭВ 0,15	То же
L_{14}	73	ПЭВ 0,15	»
L_{15}	53	ПЭВ 0,12	»
L_{16}	50	ПЭВ 0,12	»
L_{17}	3×130	ПЭВ 0,07	»
Переключатель диапазонов			
L_1	10+14	ПЭВ 0,3	Карбонильное железо ⌀ 6; l=10
L_2	4	ПЭВ 0,3	На каркасе L_1
L_3	5+12	ПЭВ 0,3	Карбонильное железо ⌀ 6; l=10
L_4	3	ПЭВ 0,3	На каркасе L_3
L_5	7+10	ПЭВ 0,44	Карбонильное железо ⌀ 6; l=10
L_6	3	ПЭВ 0,3	На каркасе L_5
L_7	4×62	5×ПЭВ1	600НН; ⌀ 2,8; l=14

Обозначение на схеме	Число витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Марка и размеры сердечника, *мм*
L_8	16	ПЭЛШО 0,15	На каркасе L_7
L_9	4×200	ПЭВ 0,11	600НН; ∅ 2,8; $l=14$
L_{10}	25	ПЭЛШО 0,15	На каркасе L_9
L_{11}	5+19	ПЭВ 0,3	Карбонильное железо; ∅ 6; $l=10$
L_{12}	3	ПЭВ 0,3	На каркасе L_{11}
L_{13}	4+13	ПЭВ 0,3	Карбонильное железо; ∅ 6; $l=10$
L_{14}	3	ПЭВ 0,3	На каркасе L_{13}
L_{15}	3+14	ПЭВ 0,44	Карбонильное железо; ∅ 6; $l=10$
L_{16}	3	ПЭВ 0,3	На каркасе L_{15}
L_{17}	20	ПЭЛШО 0,12	На каркасе L_{18}
L_{18}	4×45 отв 12+150	5×ПЭВ-1 0,06	600НН; ∅2,8; $l=14$
L_{19}	33	ПЭЛШО 0,12	На каркасе L_{20}
L_{20}	4×70 отв 25×210	5×ПЭВ-1 0,06	600НН; ∅2,8; $l=14$
L_{21}	6	ПЭВ 0,3	На каркасе L_{22}
L_{22}	4+15+5	ПЭВ 0,3	Карбонильное железо; ∅ 6; $l=10$
L_{23}	6	ПЭВ 0,3	На каркасе L_{24}
L_{24}	3+11+3	ПЭВ 0,3	Карбонильное железо; ∅ 6; $l=10$
L_{25}	6	ПЭВ 0,44	На каркасе L_{26}
L_{26}	4+9+4	ПЭВ 0,44	Карбонильное железо; ∅ 6; $l=10$
L_{27}	190	ПЭВ 0,11	То же
L_{28}	16	ПЭЛШО 0,17	»
L_{29}	67	ПЭЛШО 10×0,07	600НН; ∅ 8; $l=160$
L_{30}	5	ПЭЛШО 0,18	То же

Налаживáние стереоприемника, как и любого другого приемника, рекомендуется начать с УНЧ, а именно — с его выходного каскада. Начальный ток выходного каскада устанавливают с помощью подстроечных резисторов R_{31}, R_{34} (блок $У_4$). Начальный ток выбирается такой величины, при которой искажения типа «ступенька» появляются при напряжении питания 7 *в*. Симметричного ограничения выходного сигнала добиваются с помощью подстроечного резистора R_{28}.

Для проверки чувствительности УНЧ на гнезда «звукосниматель» от звукового генератора подают напряжение 200—250 *мв* ча-

стотой 1 000 *гц*. Регулятор громкости устанавливают в положение, соответствующее максимальному усилению. В этом случае выходная мощность усилителя при последовательном соединении громкоговорителей должна быть 0,7 *вт*, а при параллельном 2,0 *вт*. Недостаточный или избыточный коэффициент усиления можно скорректировать, увеличив или уменьшив сопротивление резистора R_{13}. В заключение измеряют коэффициент нелинейных искажений при помощи анализатора гармоник или измерителя нелинейных искажений. При последовательном соединении громкоговорителей на частоте 1 000 *гц* он не должен превышать 1%, а при параллельном 1,5%.

Детектор сигнала АМ тракта настройки не требует, и после УНЧ можно приступить к налаживанию УПЧ. Для этого сигнал ГСС (рекомендуется Г4 1А) частотой 465 *кгц* через конденсатор емкостью 0,01 *мкф* подают на базу транзистора T_8 (блок $У_3$). Измеритель выхода подключают к одной из звуковых катушек громкоговорителей. Контуры L_{15}, $C_{66}L_{14}C_{61}C_{62}$ и $L_{13}C_{59}$ настраивают по максимуму показаний измерителя выхода. После этого сигнал ГСС подают на базу транзистора T_7 и отключив от нее контур $L_2C_9C_{10}$ (блок $У_2$), настраивают контур $L_{12}C_{52}C_{53}$ по максимальным показаниям измерителя выхода. Переключатель $П_4$ должен находиться в положении «Дальний прием». Поскольку частота настройки конкретного фильтра ПФ1П-2 может несколько отличаться от частоты 465 *кгц*, при окончательной настройке приемника следует совместить средние частоты полосового фильтра $L_{13}C_{59}L_{14}C_{61}C_{62}$ и фильтра ПФ1П-2. В противном случае при переходе с местного приема на дальний может наблюдаться заметная расстройка радиоприемника.

Контур $L_2C_9C_{10}$ (блок $У_2$) настраивают по максимуму показаний измерителя выхода, подав сигнал ГСС на базу транзистора T_2. Настройку высокочастотного тракта АМ следует начать с проверки генерации гетеродина на всех диапазонах. Для этого ламповый вольтметр (рекомендуется типа А4-М2) подключают к отводу катушки L_1 (блок $У_2$). Амплитуда напряжения гетеродина на всех диапазонах должна находиться в пределах 0,8—1,2 *в*. При меньшем напряжении гетеродина коэффициент передачи кольцевого модулятора резко падает и приемник становится неработоспособным. Если амплитуда гетеродина на одном из диапазонов мала или превышает указанную величину, следует изменить число витков соответствующей катушки связи гетеродина.

При отсутствии у радиолюбителя кремниевых диодов типа КД503А с несколько худшими результатами можно применить германиевые, например Д9В. Число витков катушки связи гетеродина в этом случае надо уменьшить с таким расчетом, чтобы амплитуда колебаний гетеродина на отводах катушки L_1 (блок $У_2$) на всех диапазонах составляла 150—200 *мв*. Затем, подавая сигнал примерно 150—300 *мкв* в цепь базы транзистора T_2, устанавливают границы каждого диапазона гетеродина. Катушка связи контура УВЧ должна быть при этом отключена. Частоту гетеродина на всех диапазонах выбирают выше частоты принимаемого сигнала. Коллекторные контуры резонансного УВЧ настраивают при отключенной катушке связи входного контура, подавая сигнал порядка 20 *мкв* в цепь базы транзистора T_1.

Входные КВ контуры лучше всего настраивать, подавая сигнал ГСС на специально изготовленную для этой цели рамочную антенну. В этом случае сигнал рамочной антенны принимается на выдвинутую телескопическую антенну, что позволяет точно настроить вход-

ные контуры с учетом емкости антенны относительно корпуса приемника. Закончив настройку АМ тракта, приступают к настройке ЧМ тракта. Ее начинают с каскада дробного детектора.

Вход генератора качающейся частоты (рекомендуется тип Х1-19) без детекторной головки подключают к цепочке $C_{34}R_{24}$ (блок $У_3$), а его высокочастотный выход через конденсатор емкостью 0,01 *мкф* — к базе транзистора T_4. Конденсаторы C_{22} и C_{23} должны быть предварительно отсоединены от базы транзистора T_4.

Для точной настройки частотного детектора на промежуточную частоту 6,8 *Мгц* на гнездо «Метки» генератора качающейся частоты подают сигнал с частотой 6,8 *Мгц* от внешнего генератора. Вращая сердечники катушек L_7 и L_8 и передвигая по каркасу катушку L_9 добиваются характеристики детектора, изображенной на рис. 1-50.

Рис. 1-50. Характеристика частотного детектора.

При правильной настройке характеристика имеет линейный участок не менее 200 *кгц*. После настройки детектора конденсаторы C_{22} и C_{23} припаивают на прежнее место. Для настройки УПЧ тракта ЧМ параллельно катушке L_7 включают резистор сопротивлением 200 *ом*. К коллектору транзистора T_4 (блок $У_3$) подключают вход ГКЧ с детекторной головкой. Выход ГКЧ через конденсатор емкостью 0,01 *мкф* соединяют с базой транзистора T_3, предварительно отпаяв от нее конденсаторы C_{15} и C_{16}. Вращая сердечники катушек L_5 и L_6, настраивают полосовой фильтр $L_5C_{20}L_6C_{22}C_{23}$, добиваясь характеристики, изображенной на рис. 1-51. Затем, не отключая де-

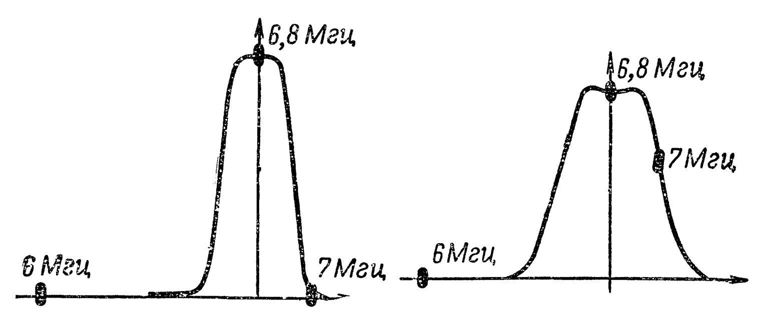


Рис. 1-51. Характеристика полосового фильтра.

Рис. 1-52 Результирующая характеристика УПЧ.

текторной головки ГКЧ от коллектора транзистора T_4, аналогичным образом настраивают остальные два каскада

Чтобы не перегружать усилитель ПЧ при настройке, усиление вертикального усилителя ГКЧ во всех случаях должно быть максимальным, а выходной сигнал по мере роста усиления необходимо по-

степенно уменьшать. Заземленный зажим выходного кабеля ВЧ генератора ГКЧ при настройке усилителя должен быть подключен к «земле» усилителя в ближайшей от настраиваемого каскада точке, а при подаче сигнала на вход транзистора T_1 корпус выходного делителя соединяют непосредственно с «землей». Результирующая частотная характеристика настроенного УПЧ изображена на рис. 1-52. Настроив УПЧ, резистор сопротивлением 200 *ом*, включенный параллельно катушке L_7, отключают. На этом можно считать налаживание приемника законченным.

УКВ приставка на радиолампах

В связи с широким развитием УКВ вещания и преимуществом, которое оно дает радиослушателям, любители начинают строить либо отдельные приставки — блоки для приема УКВ ЧМ, либо приемники, в которых есть этот диапазон. Ниже приводится описание УКВ приставок, рассчитанных на прием программ УКВ вещания с частотной модуляцией. Приставки были изготовлены Р. Терентьевым в двух вариантах: ламповом и транзисторном.

Существующие схемы радиовещательных УКВ приемников обладают серьезным недостатком — нестабильностью частоты гетеродина. Это обстоятельство заставляет во время работы приемника вручную периодически подстраивать его, что значительно снижает эксплуатационные удобства.

Предлагаемая УКВ приставка свободна от этого недостатка потому, что в ней имеется автоматическая подстройка гетеродина.

Принцип работы системы автоматической подстройки поясняется рис. 1-53. При медленном уходе частоты гетеродина на величину $\Delta f_г$ промежуточная частота приемника начнет также медленно изменяться. На выходе частотного детектора в результате появится меняющееся напряжение $U = K_д \Delta f_г$, величина которого пропорциональна отклонению частоты входного сигнала детектора от промежуточной. Если после частотного детектора включить специальный фильтр, реагирующий только на медленные изменения промежуточной частоты, то можно выделить напряжение, вызванное уходом частоты гетеро-

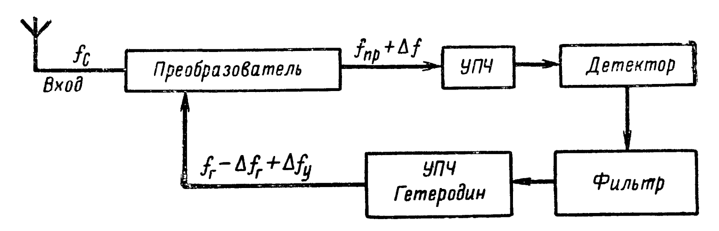


Рис. 1-53. Принцип работы системы автоподстройки.

дина. Это напряжение подается на управляемый гетеродин, который изменяет свою частоту на величину $\Delta f_у = K_у U$, имеющую знак, обратный изменению частоты $\Delta f_г$ основного гетеродина. В результате происходит частичная компенсация ухода частоты основного гетеродина. В качестве управляющего элемента можно включить варикап в кон-

тур гетеродина вместо конденсатора переменной емкости. Такие же варикапы можно использовать для электронной настройки приемника.

Возможности автоподстройки частоты не ограничиваются улучшением стабильности частоты гетеродина. Если на управляемый гетеродин подавать не только постоянную составляющую напряжения с выхода частотного детектора, но и составляющую звуковой частоты, то девиация частоты в тракте УПЧ будет меньше девиации на входе преобразователя. Следовательно, полосу пропускания УПЧ можно уменьшить, что приведет к снижению уровня шумов.

Качество низкочастотного сигнала на выходе детектора будет вполне удовлетворительным, если сузить полосу от промежуточной частоты до удвоенной частоты модулирующего сигнала. В этом случае полоса ЧМ тракта становится равной полосе АМ тракта обычного приемника.

Фильтр, через который может быть осуществлена обратная связь, приводящая к такому эффекту, должен быть очень сложным. Упрощенные фильтры приводят к неустойчивой работе приемника, он может самовозбудиться на промежуточной частоте при сильной обратной связи. Поэтому для управления частотой гетеродина используют не очень глубокую обратную связь, подавая только часть напряжения выходного сигнала.

В этом случае можно добиться устойчивой работы приемника при сужении полосы по ПЧ меньше предельной. Здесь наблюдается тот же эффект, что и в УНЧ с отрицательной обратной связью, т. е. улучшение качества сигнала. Принципиальная схема лампового варианта приставки с электронной настройкой и автоматической подстройкой частоты приведена на рис. 1-54. Эта приставка с любым УНЧ образует ультракоротковолновый приемник, в котором используются все указанные способы улучшения стабильности частоты гетеродина и сужения полосы пропускания по промежуточной частоте. Приставка содержит УВЧ, преобразователь с отдельным гетеродином, трехкаскадный усилитель промежуточной частоты и детектор частотно-модулированных колебаний. Усилитель ВЧ собран на пентоде $Л_1$, наиболее подходящем по своим шумовым свойствам. Сигнал с антенны, подключаемой к входному высокочастотному трансформатору, поступает на управляющую сетку лампы $Л_1$. Катушка L_2 с конденсатором C_1 образует входной контур приемника. Варикапы $Д_1$ и $Д_2$, включенные параллельно контурному конденсатору C_1, служат для настройки входного контура с помощью постоянного напряжения, снимаемого с потенциометра R_2. Анодной нагрузкой лампы $Л_1$ служит контур L_4C_4, параллельно которому также включены диоды-варикапы $Д_3$ $Д_4$, являющиеся органами настройки этого контура. Настройка ведется тем же потенциометром R_2. Контур L_4C_4 зашунтирован резистором R_8, а катушка L_3 — резистором R_6, это пришлось сделать для более устойчивой работы каскада усилителя высокой частоты. Без этих резисторов превышается устойчивое усиление каскада и он может возбудиться.

Гетеродин приставки собран на триодной части триод-пентода $Л_2$. Контур гетеродина L_5C_6, включенный в катод триода, перестраивается по диапазону с помощью варикапа $Д_5$, включенного в контур последовательно с конденсатором C_8. Необходимый режим гетеродина задается резистором R_{10} и конденсатором C_5.

На второй электрод варикапа с частотного детектора поступает напряжение автоподстройки через ячейку фильтра (R_{15}, R_{18}, R_{19}, R_{20} и C_9, C_{10}).

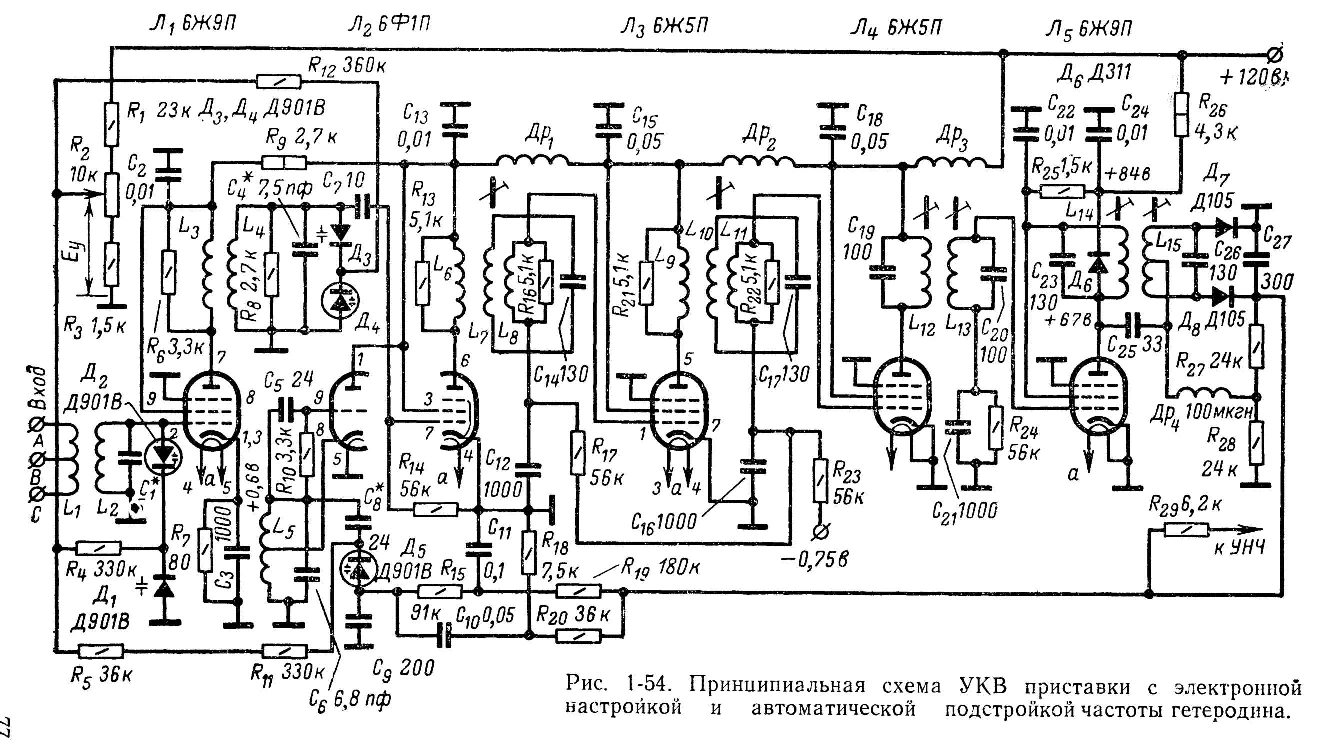


Рис. 1-54. Принципиальная схема УКВ приставки с электронной настройкой и автоматической подстройкой частоты гетеродина.

Приемник работает в стандартном диапазоне УКВ вещания 65—73 *Мгц*. Перекрытие этого диапазона осуществляется с помощью изменения управляющего напряжения от 12 до 55 *в*.

В целях сужения полосы пропускания по промежуточной частоте и снижения искажений принимаемого сигнала используется обратная связь по звуковой частоте, которая подается также с выхода детектора через резистор R_{20} и конденсатор C_{10}.

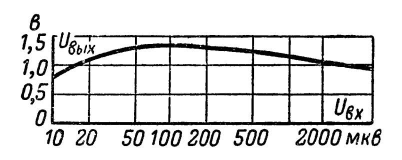


Рис. 1-55. Амплитудная характеристика приставки.

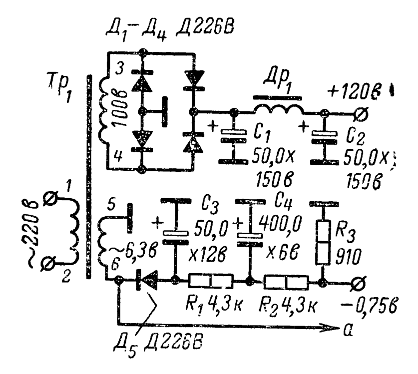


Рис. 1-56. Принципиальная схема выпрямителей для питания приставки.

Промежуточная частота приемника 4,1 *Мгц*. Это значение промежуточной частоты позволило сузить полосу частот по ПЧ до 80 *кгц*. При выбранной в УКВ ЧМ вещании девиации частоты в 50 *кгц* такая полоса пропускания по ПЧ не позволяет получить неискаженный усиленный сигнал. Компенсирует эти искажения обратная связь по низкой частоте в УПЧ. Низкочастотная обратная связь в УПЧ позволяет снизить девиацию частоты до 21 *кгц* и таким образом создать условия для неискаженного приема.

Амплитудная характеристика приставки, показанная на рис. 1-55, снята на частоте 69 *Мгц* при девиации частоты ±50 *кгц* и модулирующей частоте 400 *гц*.

Преобразователь приставки собран на пентодной части лампы $Л_2$. Напряжение сигнала поступает на управляющую сетку пентода, а напряжение от гетеродина — на экранирующую сетку. В анодной цепи преобразователя установлена катушка индуктивности L_6, с которой индуктивно связана катушка контура L_7C_{14} — первого контура, настроенного на промежуточную частоту. Через катушку связи L_8 напряжение ПЧ, выделившееся в анодном контуре, поступает на управляющую сетку лампы $Л_3$ — первого усилителя промежуточной частоты. Анодная нагрузка этой лампы аналогична анодной нагрузке преобразователя. Второй каскад усилителя промежуточной частоты собран на лампе $Л_4$ с двухконтурным полосовым фильтром L_{12}, C_{19}, L_{13} C_{20} в анодной нагрузке. Третий каскад усилителя ПЧ выполнен на лампе $Л_5$. Анодной нагрузкой служит контур $L_{14}C_{23}$, с которым индуктивно связана катушка индуктивности L_{15} частотного детектора. Детектор собран по обычной схеме на диодах $Д_7$, $Д_8$. Напряжение низкой частоты, выделенное на резисторах R_{27} и R_{23}, через резистор R_{29} подают на вход усилителя низкой частоты. Питание на аноды и экранирующие сетки ламп преобразователя,

гетеродина и усилителей промежуточной частоты подается через развязывающие фильтры C_{13} $Др_1$, C_{15} $Др_2$, C_{18} $Др_3$. Смещение на сетки ламп $Л_3$ и $Л_4$ фиксированное, поступает от отдельного выпрямителя.

Питается приставка от двух выпрямителей, схема которых изображены на рис. 1-56. Выпрямитель на диодах $Д_1$—$Д_4$ служит для питания анодно-экранных цепей ламп, выпрямитель на диоде $Д_5$ предназначен для получения напряжения смещения на сетки ламп каскадов УПЧ.

Приставку монтируют на латунном П-образном шасси размерами 400×80×60 *мм*. Каскады приставки разделены экранами-перегородками, придающими жесткость всей конструкции. Все катушки приставки, кроме L_7 L_{10}, помещены в алюминиевые экраны.

Намоточные данные катушек и высокочастотных дросселей помещены в табл. 1-3. Силовой трансформатор $Тр_1$ собирают на сердеч-

Таблица 1-3

Обозначение на схеме	Число витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Диаметр каркаса, *мм*	Сердечник	Примечание
L_1	1+1	ПЭЛ 0,8	7,5	СЦР-1	L_1 и L_2 на одном каркасе
L_2	4	ПЭЛ 0,8	7,5	СЦР-1	
L_3	5	ПЭЛШО 0,15	7,5	СЦР-1	Витки катушки L_3 лежат между витками L_4
L_4	5	ПЭЛ 0,8	7,5	СЦР-1	L_5 на одном каркасе с катушками L_3 и L_4
L_5	2,5+3,5	ПЭЛ 0,8	7,5	СЦР-1	
L_6, L_8, L_9, L_{11}	15	ПЭЛ 0,1	10	СЦР-8	L_6 и L_8 намотаны поверх катушки L_7
L_7, L_{10}	30	ЛЭШО7×0,08	10	СЦР-8	
L_{12}, L_{13}, L_{14}	40	ПЭЛ 0,1	7,5	СЦР-1	
L_{15}	20+20	ПЭЛ 0,1	7,5	СЦР-1	В два провода 20 витков
$Др_1$, $Др_2$, $Др_3$	300	ПЭЛ 0,1	7,5		Намотаны на резисторе ВС — 2,0

нике из трансформаторной стали Ш24×30. Сетевая обмотка, рассчитанная на включение в сеть 220 *в*, имеет 1 600 витков провода ПЭЛ 0,3 *мм* (выводы *1*—*2*), понижающая (выводы *3*—*4*) имеет 840 витков провода ПЭЛ 0,2 *мм* и накальная (выводы *5*—*6*) содержит 51 виток провода ПЭЛ 0,8 *мм*.

Дроссель фильтра $Др_1$ намотан на сердечнике Ш12×30, его обмотка состоит из 1 200 витков провода ПЭЛ 0,2 *мм*.

Налаживание приставки начинают с проверки режимов работы ламп по постоянному току. Установив на соответствующих электродах ламп напряжения, указанные на принципиальной схеме, начинают налаживание усилителя промежуточной частоты. После этого настраивают контуры высокой частоты так, чтобы при изменении управляющего напряжения на варикапах от 10 до 60 *в* перекрывался заданный диапазон от 65 до 72 *Мгц*. Во время настройки контуров ВЧ все цепи автоподстройки следует отключить. Это осуществляется замыканием накоротко конденсатора C_{11} и резистора R_{18}. Аналогичным образом настраивают и контур гетеродина. Следует иметь в виду, что ширина перекрываемого диапазона определяется емкостью конденсаторов C_1, C_4 и C_8. Чем больше емкость конденсаторов C_1 и C_4, тем у́же диапазон, а чем больше емкость C_8, тем диапазон шире. Средняя частота диапазона определяется индуктивностью катушек

L_2, L_4 и L_5. Все эти манипуляции производятся обычным для настройки приемников способом с использованием генератора стандартных сигналов и лампового вольтметра. При правильной настройке приставка позволяет принимать все четыре УКВ программы. Следует только обратить внимание на подключение выхода частотного детектора к цепям автоподстройки частоты. Иногда бывает необходимо поменять местами выходной и заземленный концы детектора. При включенной системе автоподстройки может возникнуть необходимость подбора деталей фильтра. Критерием правильной работы приемника будет служить автоматическое восстановление точной настройки на частоту станции при небольшой расстройке, производимой изменением сопротивления резистора R_2.

УКВ приставка на транзисторах

Создание УКВ приставки стало возможным после того, как появились транзисторы массового производства, рассчитанные на работу в этом диапазоне. Описываемая приставка собрана целиком на транзисторах и позволяет вести прием всех программ УКВ ЧМ вещания. Более глубокая автоматическая подстройка частоты, фиксированная настройка на частоту принимаемой станции: использование всего трех высокочастотных транзисторов делают эту приставку более совершенной, выгодно отличающейся от лампового варианта.

Использование низкой (примерно 150 *кгц*) промежуточной частоты и резистивных схем УПЧ позволило значительно упростить схему приставки, избавиться от большого числа катушек индуктивности и значительно облегчило ее налаживание. Фиксированная настройка в сочетании с автоподстройкой позволили упростить систему переключений и обойтись одним переключателем на пять положений. В результате приставка имеет всего две ручки — переключатель программ и регулятор уровня сигнала по низкой частоте, объединенного с выключателем питания.

Питается приставка от сети переменного тока напряжением 220 *в*, потребляя вместе с лампочками подсвета номера включенной программы не более 15 *вт*.

Антенный вход приставки (рис. 1-57) рассчитан на подключение стандартного коаксиального разъема. Сигнал, поступающий из антенны, в качестве которой может быть использован обычный диполь, с размерами, предназначенными для работы на средней частоте УКВ диапазона, поступает на усилитель высокой частоты, собранный по каскодной схеме на транзисторах T_1 и T_2. Следует заметить, что при достаточно сильной напряженности поля (более 100 *мкв*) можно использовать в качестве антенны отрезок провода длиной несколько метров.

Каскодная схема в усилителе высокой частоты обеспечивает большой коэффициент усиления при достаточной устойчивой работе каскада. Входной контур приставки L_1C_1 — не настраиваемый, широкополосный. Нагрузкой каскада усилителя высокой частоты служит контур, состоящий из катушки индуктивности L_2, конденсатора C_6 и варикапа $Д_1$. Последний является органом настройки этого контура. Напряжение на варикап поступает от общего выпрямителя через резистор R_{39}, один из подстроечных потенциометров R_{40}—R_{44} и резистор R_7. Потенциометры R_{40}—R_{44} необходимы только для настройки при работе приставки на различные антенны или при перемещении

6—237

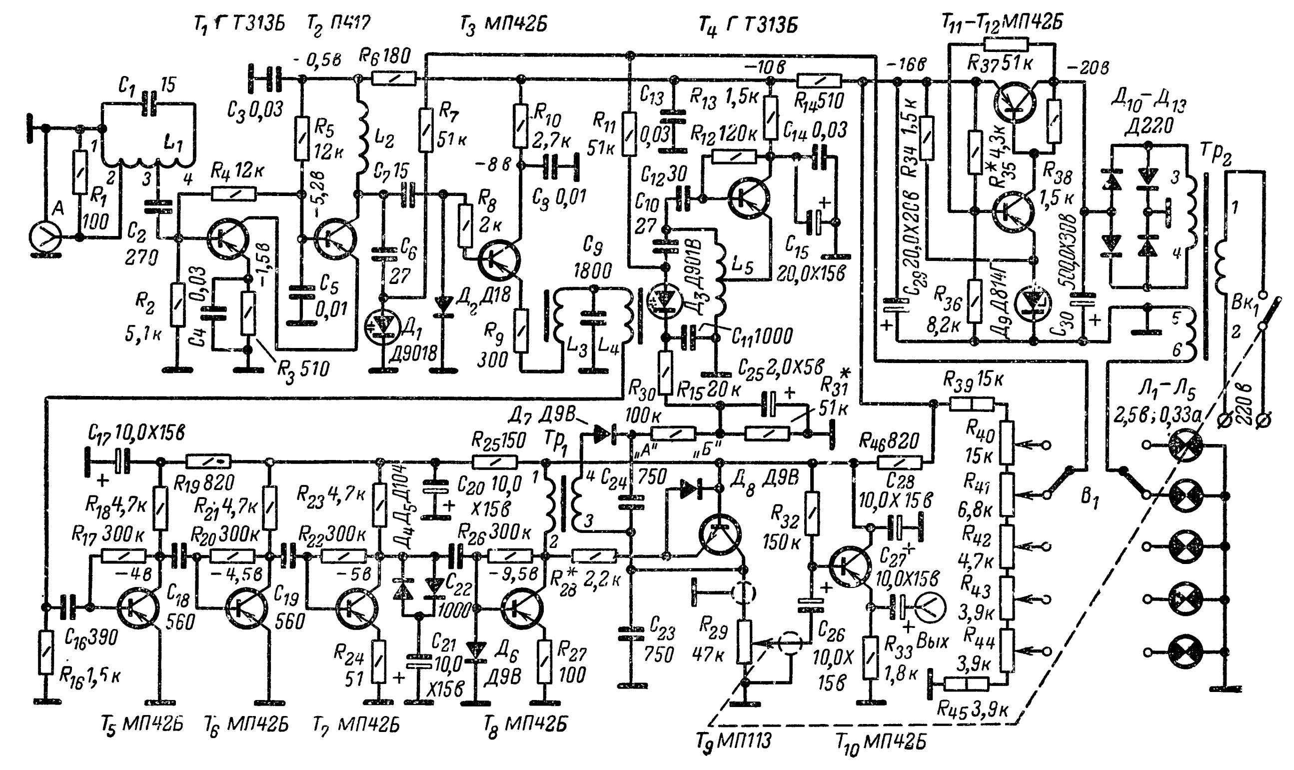


Рис. 1-57. Принципиальная схема УКВ приставки на транзисторах.

приставки в другое место приема. Эти потенциометры в стационарных условиях можно заменить постоянными резисторами такого номинала, при котором автоподстройка действует в случае отклонения номинала этого резистора на ±20%. Усиленный сигнал высокой частоты через конденсатор C_7 подается на диодный преобразователь, собранный на диоде $Д_2$. Одновременно на этот же преобразователь поступает и сигнал от гетеродина, собранного на транзисторе T_4. Прямой гальванической связи между гетеродином и первым преобразователем частоты нет, но катушка УВЧ L_2 индуктивно связана с катушкой гетеродина L_5. Это приводит к тому, что в катушке L_2 наводится сигнал с частотой гетеродина.

Разница в настройке контуров ВЧ и гетеродина очень незначительна, они работают почти на одной и той же частоте, поэтому разностная частота, выделенная диодным преобразователем, будет невелика. Промежуточная частота через резистор R_8 попадает на базу эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе T_3. Эмиттерный повторитель необходим для согласования относительно высокого выходного сопротивления диодного преобразователя и небольшого сопротивления фильтра промежуточной частоты, стоящего в нагрузке эмиттерного повторителя. Фильтр L_3 L_4 C_9 пропускает частоты от 0 до 250 *гц*, и если разница в частотах гетеродина и сигнала лежит в этих пределах, то на базу транзистора T_5 поступает сигнал промежуточной частоты. Усилитель промежуточной частоты состоит из четырех каскадов на транзисторах T_5—T_8. Три первых каскада собраны по идентичным схемам с резистивной нагрузкой в коллекторной цепи. Усиленный первыми тремя каскадами сигнал промежуточной частот подвергается двустороннему ограничению в ограничителе, собранном на диодах $Д_4$ и $Д_5$ После ограничителя сигнал ПЧ поступает через конденсатор C_{22} на базу последнего каскада УПЧ в виде почти прямоугольных импульсов положительной и отрицательной полярности.

Трансформатор $Тр_1$, стоящий в коллекторной цепи транзистора T_8, превращает прямоугольные импульсы в остроконечные, которые со вторичной обмотки трансформатора поступают на частотный детектор, работающий по принципу емкосного счетчика импульсов.

С коллектора транзистора T_8 импульсы поступают на эмиттер транзистора T_9 через резистор R_{28}. В результате транзистор T_9, работая в импульсном режиме, заряжает конденсатор C_{23} до напряжения, определяемого частотой следования импульсов. Чем выше модулирующая частота, тем чаще следуют импульсы и тем больше будет напряжение на конденсаторе C_{23}. Чем ниже промежуточная частота, а следовательно, и частота модуляции, тем меньше будет напряжение на этом конденсаторе. Таким образом осуществляется детектирование сигнала — изменение напряжения на конденсаторе C_{23} следует закону изменения модулирующего напряжения. Переменный резистор R_{29} включен параллельно конденсатору C_{23}, который все время разряжается через него, и напряжение на резисторе R_{29}, создаваемое током разряда, также изменяется по закону низкочастотного модулирующего напряжения Напряжение звуковой частоты с движка этого резистора подается на эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе T_{10}, и далее на выход приставки, соединяемой с усилителем низкой частоты

Система автоподстройки частоты в этой приставке позволяет не только избавиться от самопроизвольного ухода настройки, но и выполняет еще одну очень важную функцию. Дело в том, что благода-

ря использованию очень низкой промежуточной частоты появляется опасность приема каждой радиостанции дважды — на основной частоте и на частоте зеркального канала. Автоподстройка, действующая в пределах 100—200 *кгц*, заставит работать приставку только на одной из этих частот. Прием на зеркальном канале (либо на основной частоте) становится неустойчивым и автоподстройка «держит» приставку только на одной частоте.

Автоподстройка осуществляется в контуре гетеродина путем подачи на него напряжения нужного знака через резистор R_{15}, фильтр низких частот C_{25} R_{31} и резистор R_{30} с конденсатора C_{24}. Напряжение автоподстройки образуется за счет импульсов, снимаемых со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ и выпрямляемых диодом $Д_7$. Эти импульсы заряжают конденсатор C_{24}, причем полярность заряда конденсатора C_{24}, обратна полярности заряда конденсатора C_{23}. Если значение промежуточной частоты равно заданному (а значит, и частота настройки приставки совпадает по частоте с принимаемой станцией), разность напряжений на C_{23} и C_{24} равна нулю. При уходе настройки меняется значение промежуточной частоты в точке *А* появляется разность напряжений, которая и используется для автоподстройки.

Налаживание приставки следует начинать с высокочастотной части. Очень удобно для настройки использовать генератор качающейся частоты типа ПНТ или Х1-7 или другого типа совместно с осциллографом. Сигнал с генератора подается на вход приемника, а на вход осциллографа — напряжение с конденсатора C_9. Частотная характеристика (резонансная кривая) на экране осциллографа должна иметь вид кривой с одним максимумом на частоте в пределах от 65 до 73 *Мгц*. При напряжении 6—7 *в*, подаваемом на варикапы настройки, резонансная частота должна быть 69 *Мгц*. При изменении управляющего напряжения от 1,5 до 12 *в* частота настройки усилителя высокой частоты должна плавно меняться от 65 до 73 *Мгц*. Средняя частота (69 *Мгц*) устанавливается с помощью изменения индуктивности катушки L_2. Обычно бывает достаточно немного сжать или растянуть витки этой катушки, чтобы получить необходимую индуктивность.

Если перекрытие диапазона недостаточно, то следует изменить емкость конденсатора C_6. При увеличении емкости этого конденсатора перекрытие увеличивается, и наоборот. Во время настройки усилителя высокой частоты питание с гетеродина должно быть снято отключением резистора R_{13} от общей минусовой шины питания.

При включении питания на гетеродин, последний начинает работать и на резонансной кривой УВЧ должна появиться метка, соответствующая частоте гетеродина. Максимум кривой снизится за счет подавления напряжения сигнала напряжением гетеродина. Контур гетеродина настраивают аналогичным способом при заземленной точке *Б* (отключенной автоподстройке гетеродина). В правильно настроенном УВЧ и гетеродине метка частоты гетеродина должна находиться в середине (на максимуме) резонансной кривой УВЧ и перемещаться при перестройке по диапазону вместе с максимумом резонансной кривой.

Усилитель промежуточной частоты настройки не требует. Следует только подобрать режим по постоянному току, указанному на принципиальной схеме.

Для налаживания ЧМ детектора на вход усилителя промежуточной частоты от генератора стандартных сигналов подают напряже-

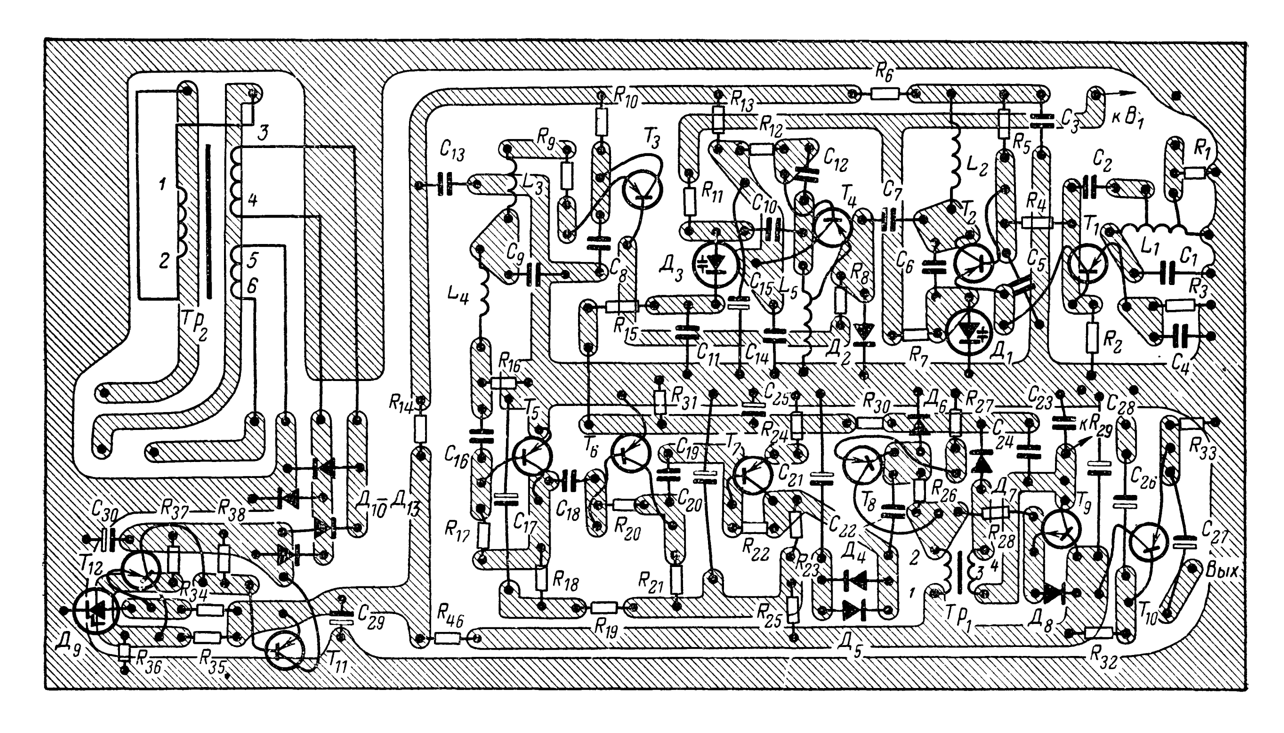


Рис. 1-58. Печатная плата УКВ приставки на транзисторах.

ние с амплитудой 1—10 *мв* и частотой 100—250 *кгц* и ламповым вольтметром измеряют напряжение на конденсаторе C_{23}. Это напряжение должно быть отрицательным и изменяться пропорционально изменению промежуточной частоты.

Резистор R_{28} выбирают такой величины, чтобы при максимальной промежуточной частоте 250 *кгц* напряжение на конденсаторе C_{23} было около 6 *в*. Напряжение автоподстройки (в точке *А*) должно быть равно нулю при промежуточной частоте примерно 120—140 *кгц*.

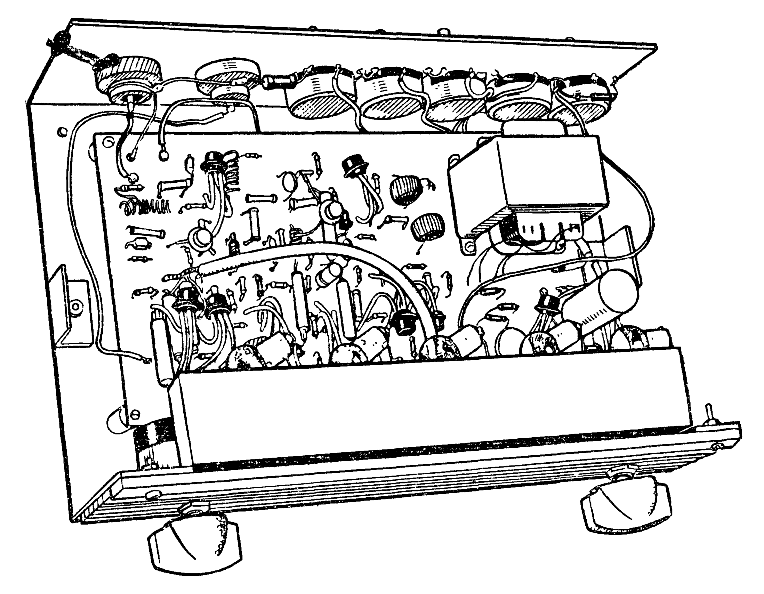


Рис. 1-59. Вид на монтаж приставки спереди.

При повышении частоты оно возрастает и имеет отрицательный знак. При уменьшении, наоборот, это напряжение возрастает с положительным знаком.

Если усилитель промежуточной частоты работает правильно и автоподстройка действует нормально, можно отсоединить точку *Б* от корпуса, включив тем самым автоподстройку гетеродина.

При очень глубокой автоподстройке приставку будет трудно перестроить со станции на станцию. Подбором величины сопротивления резистора R_{31} устанавливают необходимую степень автоподстройки, при которой она действует в пределах 300—400 *кгц* и не мешает перестройке на соседние станции. Может случиться так, что автоподстройка действует нормально вообще без резистора R_{31}.

Номиналы резисторов R_{39}—R_{45} выбраны для московских ЧМ программ, и для других городов значения их могут быть изменены. При налаживании приставки, возможно, потребуется изменить значения сопротивлений этих резисторов. Подбор их осуществляется следующим образом. Временно включают переменный резистор 7—15 *ком*

и приставку настраивают на необходимую станцию при выключенной автоподстройке. Затем потенциометр заменяют подходящим постоянным резистором.

Индикаторные лампочки $Л_1$—$Л_5$ при переключении высвечивают номер той станции, на которую настроена приставка. Переключение

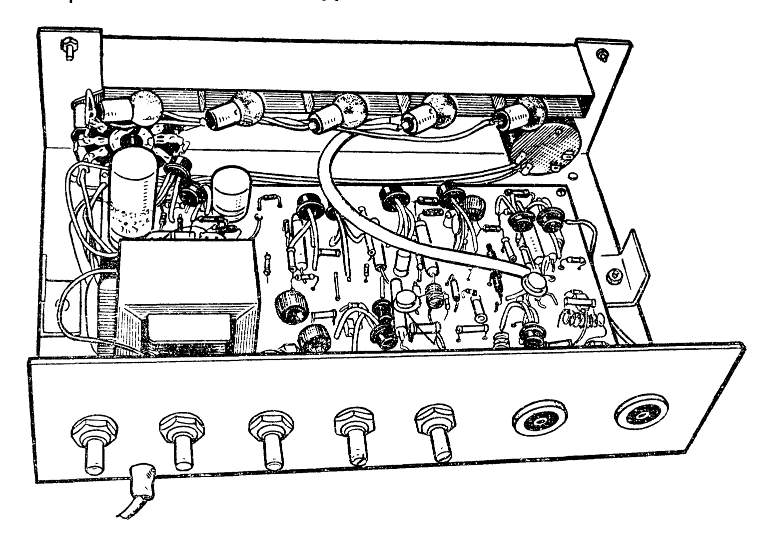


Рис. 1-60. Вид на монтаж приставки сзади.

лампочек производится одновременно с переключением ЧМ программ с помощью второй платы переключателя $В_1$. Весь монтаж приставки размещают на печатной плате (рис. 1-58), которая помещается в прямоугольный металлический футляр размерами 250×160×70 *мм*. На передней панели футляра размещают ручки переключения программ, индикаторные лампочки и ручку регулятора громкости, объединенную с выключателем сети. С задней стороны футляра установлены разъемы для подключения антенны, сети и усилителя низкой частоты.

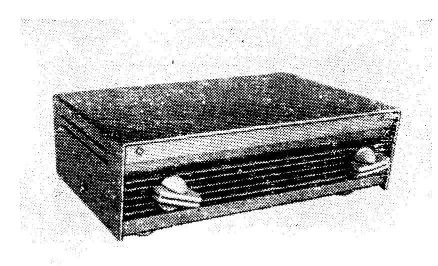


Рис. 1-61. Внешний вид приставки.

Силовой трансформатор намотан на сердечнике Ш16×29. Обмотка *I* (выводы *1—2*) содержит 1 700 витков провода ПЭЛ 0,1. Эта обмотка рассчитана на включение в сеть 220 *в*, понижающая обмотка *II* (выводы *3—4*) состоит из 130 витков провода ПЭЛ 0,21 и обмотка *III* (выводы *5—6*) имеет 20 витков провода ПЭЛ 0,35.

Таблица 1-4

Обозначение на схеме	Марка и диаметр провода, *мм*	Число витков	Шаг намотки, *мм*	Диаметр намотки, *мм*	Отвод	Сердечник
L_1	ПЭЛ 0,6	8	1	6	1 и 5	—
L_2	ПЭЛ 0,6	7	1	6	—	—
L_3, L_4	ПЭЛШО 0,25	50	—	—	—	Феррит 600НН, тороид 10×6×6 *мм*
L_5	ПЭЛ 0,6	7	1	6	5	—
$Тр_1$	ПЭЛШО 0,25	45+45	—	—	—	Феррит 600НН, тороид 10×6×6 *мм*

Намоточные данные остальных деталей приведены в табл. 1-4.

Внешний вид приставки и вид на монтаж изображены на рисунках (рис. 1-59—1-61).

ГЛАВА ВТОРАЯ

ТЕЛЕВИДЕНИЕ

Телевизор начинающего телелюбителя

Этот телевизор, сконструированный радиолюбителями А. Кулешовым и К. Воробьевым, отмечен на XXIV Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов (1970 г.) третьей премией.

Принципиальная схема телевизора (рис. 2-1) проста, однако его электрические параметры вполне удовлетворительны и примерно соответствуют параметрам промышленных телевизоров III класса. Установленный на входе телевизора ПТК промышленного изготовления (типа ПТК-5С или ПТК-10БС) позволяет вести прием телепередач на любом из 12 каналов телевидения, размещенных в метровом диапазоне волн. Если же присоединить к антенному гнезду телевизора специальную приставку П-СК-Д3, выпускаемую нашей промышленностью, то тогда будет возможно принимать телецентры, работающие на любом канале дециметровых волн. Четкость изображения по центральному вертикальному клину испытательной таблицы 0249 — около 450 строк, а число различимых ступеней яркости (по этой же таблице) — не менее семи.

Кроме 11 ламп в телевизоре использованы 10 полупроводниковых диодов. Телевизор очень экономичен в эксплуатации. Он потребляет от сети мощность 120 *вт* (для сравнения укажем, что широко распространенные промышленные телевизоры УНТ-47/59 потребляют 180 *вт*, т. е. в полтора раза больше).

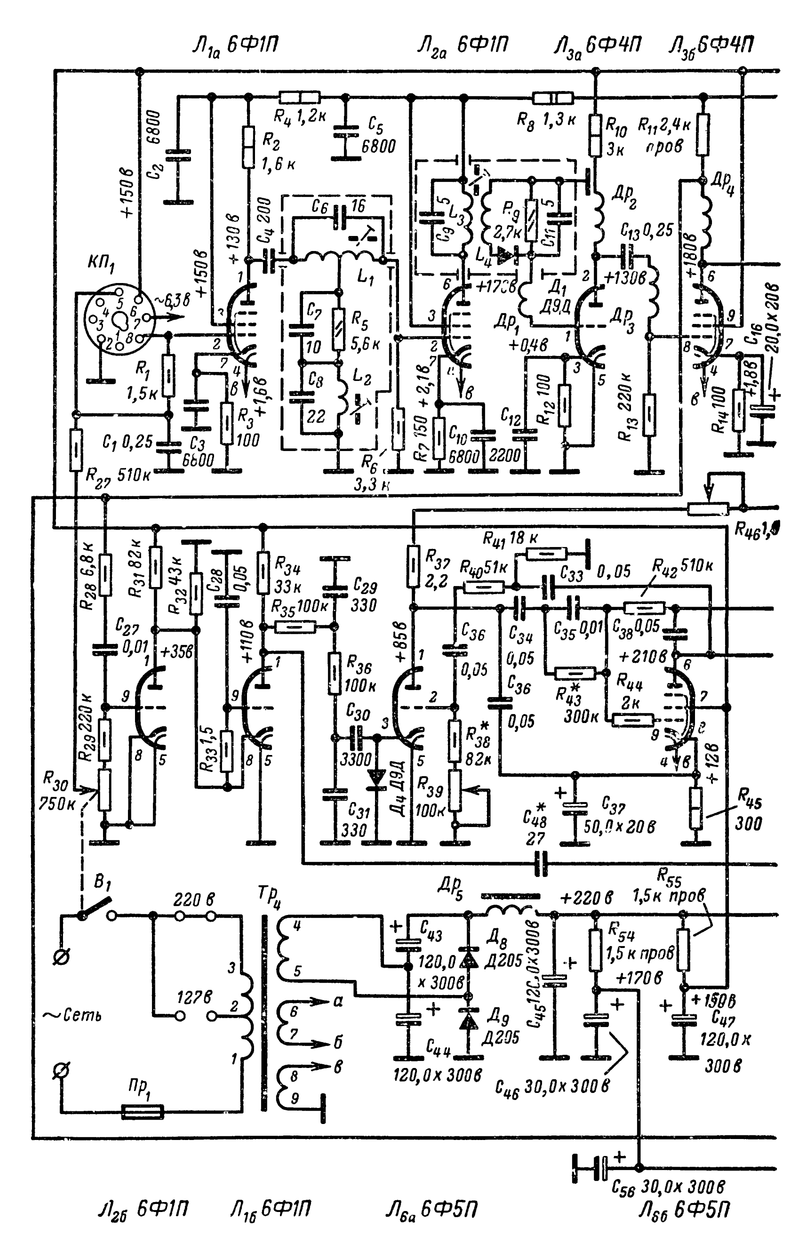
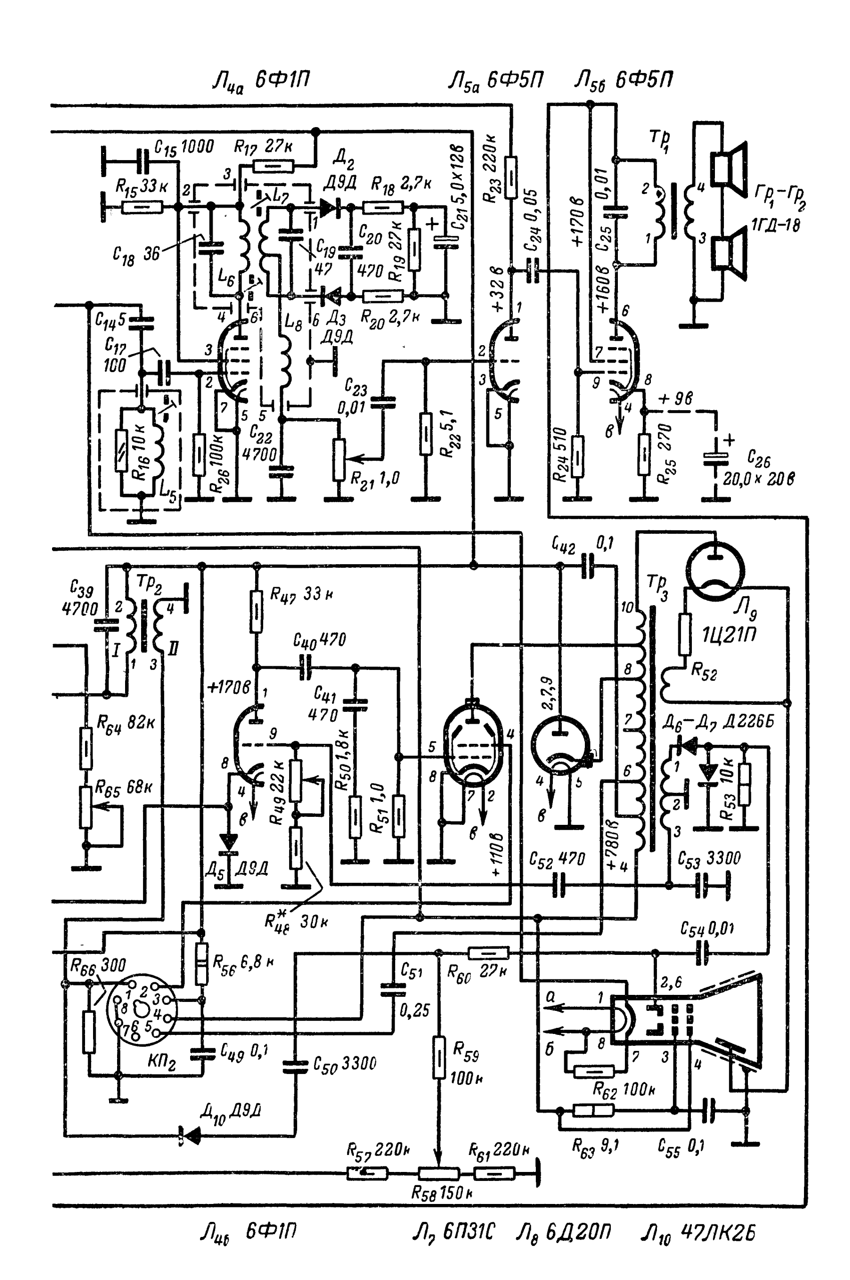


Рис. 2-1. Принципиальная схема телевизора.


Л4а 6Ф1П
Л5а 6Ф5П
Л5б 6Ф5П
Л4б 6Ф1П
Л7 6П31С
Л8 6Д20П
Л10 47ЛК2Б
Л9 1Ц21П
Гр1-Гр2 1ГД-18

На входе приемной части телевизора установлен ВЧ блок ПТК. Он содержит каскад усиления высокой частоты на двойном триоде 6Н14П (в ПТК-10БС устанавливают также 6Н23П) и каскад на триод-пентоде 6Ф1П, в котором принимаемые частоты преобразуются в промежуточные.

Сигналы изображения и звукового сопровождения передаются в каждом телевизионном канале на двух различных основных (несущих) частотах, отстоящих друг от друга на 6,5 *Мгц*. После преобразования в соответствующем каскаде ПТК несущие промежуточные частоты изображения и звукового сопровождения будут иметь определенные значения, одинаковые при переключении ПТК на любой канал, а именно: 38 *Мгц* (ПЧ изображения) и 31,5 *Мгц* (ПЧ звукового сопровождения). Обе эти частоты со всеми сопровождающими их боковыми частотами подаются на управляющую сетку пентодной части лампы $Л_1$ ($Л_{1а}$) первого каскада УПЧ через панель $КП_1$, к которой подключается выходная фишка ПТК. В дальнейшем обе промежуточные частоты усиливаются вместе в одном и том же УПЧ. Телевизор с таким усилителем называется одноканальным в отличие от двухканального, где, начиная от панели ПТК, имеются два раздельных усилителя ПЧ — изображения и звукового сопровождения.

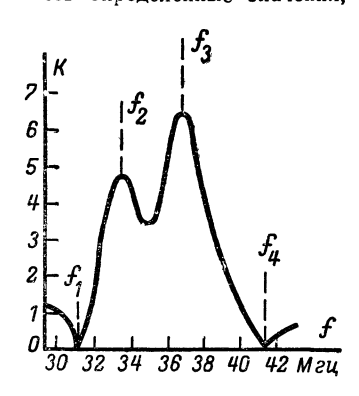


Рис. 2-2. Характеристика Т-контура.

Сигналы, прошедшие через первый каскад усилителя ПЧ, попадают в систему контуров, куда входят катушки L_1 и L_2, конденсаторы C_6—C_8 и резистор R_5. Подобные системы получили сокращенное название Т-контуров.

Частотная характеристика Т-контура показана на рис. 2-2. Из нее явствует, что в каскаде, нагрузкой которого служит такой контур, наиболее усиливаются частоты f_2 и f_3, лежащие в полосе частот, которые каскад должен пропустить, а сильнее всего подавляются частоты f_1 и f_4, находящиеся в области, подлежащей режекции для обеспечения избирательности телевизора по несущим ПЧ звукового сопровождения принимаемого и соседнего каналов. У Т-контура, примененного в описываемом телевизоре, частоты f_1—f_4 составляют: f_1=31,5 *Мгц* (несущая частота звукового сопровождения принимаемого канала); f_2=33 *Мгц*; f_3=37 *Мгц* и f_4=41,5 *Мгц* (область частот соседнего канала). Так как Т-контур выполняет одновременно две функции (усиления и режекции), то он удобен для простых телевизоров, потому что позволяет сократить количество настраиваемых контуров в усилителе ПЧ и упрощает его настройку.

Провал (уменьшение усиления), который имеет место в середине полосы пропускания каскадов с Т-контуром (рис. 2-2), компенсируется во втором каскаде УПЧ, выполненном на пентодной части лампы $Л_2$ ($Л_{2а}$). В анодной цепи этой лампы установлен сильносвязанный контур $L_3L_4C_9$. Сильная связь между катушками этого

контура достигается намоткой их одновременно двумя проводами, так что витки одной катушки находятся между витками другой. Такие контуры имеют одногорбую характеристику, т. е. дают самое большое усиление на одной частоте (а не на двух, как Т-контур), и в обе стороны от этой частоты усиление симметрично падает. Если сильносвязанный контур будет настроен так, что наиболее усиливаемая им частота попадет в середину провала характеристики Т-контура, то результирующая частотная характеристика УПЧ будет иметь плоскую площадку на частотах примерно от 33 до 37 *Мгц*, что необходимо для получения четкого изображения.

Катушка L_4 сильносвязанного контура присоединена к диоду $Д_1$, который служит детектором сигналов изображения (видеодетектором) и включен по простейшей однополупериодной схеме. Но диод $Д_1$ не только детектирует. В нем еще смешиваются несущие промежуточные частоты изображения и звукового сопровождения (соответственно 38,0 *Мгц* и 31,5 *Мгц*). В результате на нагрузочном резисторе R_9 выделяются не только продетектированные сигналы изображения (видеосигналы), но и так называемая разностная частота 6,5 *Мгц* (38,0 *Мгц* — 31,5 *Мгц*), которая модулирована сигналами звукового сопровождения и используется в качестве ПЧ тракта звука

С резистора R_9 видеосигналы и разностная частота поступают в видеоусилитель, который представляет собой широкополосный УНЧ. Так как обычные УНЧ, каскады которых нагружены резисторами, равномерно усиливают частоты не выше чем до 1 *Мгц*, а полоса частот видеосигналов простирается до 5,5—6,0 *Мгц*, то в видеоусилителях устанавливают так называемые корректирующие дроссели (в данной конструкции $Др_1$—$Др_4$) с резонансными частотами от 1 до 4 *Мгц*. Благодаря этому усиление высших частот увеличивается и полоса пропускания видеоусилителя расширяется до необходимой.

Видеоусилитель описываемого телевизора — двухкаскадный. Первый каскад его выполнен на триодной части ($Л_{3а}$), а второй на пентодной части ($Л_{3б}$) триод-пентода $Л_3$. С выхода видеоусилителя видеосигналы подаются на катод кинескопа.

Разностная частота 6,5 *Мгц*, частотно-модулированная сигналами звукового сопровождения, после видеоусилителя поступает на управляющую сетку пентодной части лампы $Л_4$ ($Л_{4а}$). Каскад на лампе $Л_{4а}$ не только усиливает эту частоту, но и ограничивает ее амплитуду, чтобы далее в тракте звука отсутствовала паразитная амплитудная модуляция сигнала, которая является причиной неприятного жужжания в громкоговорителе, похожего на фон переменного тока. На полезные сигналы звукового сопровождения ограничение амплитуды ПЧ никакого вредного действия не оказывает.

В анодную цепь лампы $Л_{4а}$ включен контур L_6C_{18}, который является частью фазосдвигающего трансформатора детектора отношений, собранного на диодах $Д_2$, $Д_3$. В этом детекторе из частотно-модулированного сигнала разностной частоты происходит выделение колебаний НЧ. Далее колебания НЧ через регулятор громкости R_{21} подаются в двухкаскадный УНЧ на триод-пентоде $Л_5$. На выходе усилителя установлены два громкоговорителя 1ГД-18. Примененный УНЧ имеет только одну особенность, а именно: параллельно катодному резистору R_{25} в его выходном каскаде не установлен конденсатор. Благодаря этому каскад оказывается охваченным отрицательной обратной связью по току, что снижает нелинейные иска-

жения, возникающие в УНЧ. Однако при этом уменьшается также выходная мощность УНЧ. Если это почему-либо нежелательно, резистор R_{25} можно зашунтировать конденсатором C_{26}, показанным на схеме пунктиром.

Кроме катода кинескопа и УПЧ звукового сопровождения видеосигналы с замешанными в них синхроимпульсами снимаются с выхода видеоусилителя на вход узла синхронизации. В этом узле строчные и кадровые синхронизирующие импульсы, обеспечивающие синхронность и синфазность процессов, протекающих в телепередатчике и телевизоре, выделяются из общей смеси видеоимпульсов и отделяются друг от друга. Выделение синхроимпульсов оказывается возможным, потому что их амплитуда больше амплитуд любых других импульсов, присутствующих в видеосигнале. Оно происходит в амплитудном селекторе, собранном на триоде лампы $Л_2$ ($Л_{2б}$). Режим работы этого триода подобран так, что в промежутках между синхроимпульсами он закрыт. Синхроимпульсы, приходящие на его сетку в положительной полярности, открывают триод, и на его нагрузочном резисторе R_{32} появляется напряжение, которое имеет форму синхроимпульсов, но в отрицательной полярности. Таким образом, амплитудный селектор является, по сути дела, ограничителем видеосигналов снизу.

Когда триод $Л_{2б}$ открыт, конденсатор C_{27} заряжается возникающими сеточными токами лампы и на его нижней (по схеме) обкладке появляется напряжение, отрицательное по отношению к шасси. Величина его зависит только от амплитуды синхроимпульсов, которая строго постоянна. Это позволяет использовать данное напряжение в качестве регулирующего для АРУ. Оно подается на сетки ламп УВЧ в ПТК и первого каскада УПЧ изображения через фильтр $R_{27}C_1$ с движка переменного резистора R_{30} и создает на них напряжение смещения, которое можно менять, вращая движок R_{30}, и, таким образом, регулировать контрастность изображения.

Второй каскад узла синхронизации на триоде лампы $Л_1$ ($Л_{1б}$) является усилителем-ограничителем. В промежутках между синхроимпульсами он, как и триод $Л_{2б}$, закрыт. Синхроимпульсы, выделенные амплитудным селектором, с его нагрузочного резистора R_{32} подаются в отрицательной полярности на катод $Л_{1б}$, что равносильно поступлению их на сетку $Л_{1б}$ в положительной полярности. Поэтому триод $Л_{1б}$, так же как и $Л_{2б}$, на время прихода синхроимпульсов открывается и усиливает их, а также ограничивает их амплитуду сверху.

С резистора R_{34} анодной нагрузки триода $Л_{1б}$ синхроимпульсы подаются на катоды триодов $Л_{4б}$ и $Л_{6а}$ задающих генераторов строк и кадров. Но так как на этом резисторе присутствуют как строчные, так и кадровые синхроимпульсы, их предварительно нужно отделить друг от друга. Для этого между анодом $Л_{1б}$ и катодом $Л_{4б}$ установлена дифференцирующая цепь $C_{48}Д_5$, где выделяются только строчные синхроимпульсы, а между этим же электродом $Л_{1б}$ и катодом $Л_{6а}$ — интегрирующая цепь $R_{35}C_{29}R_{36}C_{31}$, через которую проходят только кадровые синхроимпульсы.

Между катодами триодов $Л_{4б}$ и $Л_{6а}$ и шасси установлены диоды $Д_4$ и $Д_5$. Это сделано для того, чтобы импульсы положительной полярности, возникающие в задающих генераторах, беспрепятственно замыкались на шасси (для этих импульсов диоды $Д_4$ и $Д_5$ включены в прямом направлении и сопротивление их мало). В то же время синхроимпульсы, приходящие на катоды $Л_{4б}$ и $Л_{6а}$ в отрицатель-

ной полярности, будут осуществлять нормальную синхронизацию задающих генераторов, так как для них диоды $Д_4$ и $Д_5$ включены в обратном направлении и сопротивление их велико.

В качестве задающих генераторов узлов строчной и кадровой разверток применены мультивибраторы, одно плечо которых выполнено на лампах, одновременно работающих в выходных каскадах развертывающих узлов. Такая схема выбрана потому, что в ней отсутствуют необходимые для генераторов, построенных по другим схемам, намоточные детали, которые не всегда бывают в продаже.

В узле строчной развертки плечи мультивибратора образуют триод лампы $Л_4$ ($Л_{4б}$) и лампа $Л_7$ выходного каскада строчной развертки. Они связаны друг с другом конденсаторами C_{40} и C_{52}. При работе узла в мультивибраторе протекают следующие процессы. В течение прямого хода развертки триод $Л_{4б}$ закрыт значительным отрицательным напряжением, образовавшимся на левой (по схеме) обкладке конденсатора C_{52} в результате заряда его во время обратного хода импульсами, возникающими на дополнительной обмотке ТВС. Когда триод $Л_{4б}$ закрыт, конденсаторы C_{40} и C_{41} заряжаются через резисторы R_{47} и R_{50}. Напряжение на их обкладках, создаваемое током заряда, имеет пилообразно-импульсную форму. Это напряжение управляет работой выходной лампы $Л_7$ так, что через ТВС и строчные отклоняющие катушки протекает ток формы, необходимой для создания магнитного поля, отклоняющего электронный луч кинескопа в горизонтальном направлении.

Во время заряда C_{40} и C_{41} конденсатор C_{52} разряжается через резисторы R_{48} и R_{49} и отрицательное напряжение на сетке $Л_{4б}$ уменьшается. Как только оно станет меньше напряжения отсечки, триод $Л_{4б}$ открывается, и конденсаторы C_{40} C_{41} разряжаются через него и резистор R_{50}, т. е. окончится прямой и начнется обратный ход. Сразу же после его начала на выводе *3* ТВС появляется положительный импульс, а на выводе *1* — отрицательный. Положительный импульс через конденсатор C_{52} подается на сетку триода $Л_{4б}$ и увеличивает степень его открывания, в результате чего конденсаторы C_{40} и C_{41} разряжаются быстрее.

При разряде конденсатора C_{41} на включенном последовательно с ним резисторе R_{50} возникает импульс отрицательной полярности. Величина его такова, что лампа $Л_7$, открытая при прямом ходе, надежно закрывается и остается в таком состоянии в течение всего обратного хода. Тогда же конденсатор C_{52} заряжается сеточным током открытого триода $Л_{4б}$, на левой (по схеме) обкладке этого конденсатора появляется отрицательное напряжение, закрывающее триод, и описанный выше процесс повторяется.

Задающий генератор узла кадровой развертки, в котором использованы триод лампы $Л_6$ ($Л_{6а}$) и пентод этой же лампы ($Л_{6б}$), одновременно выполняющий функции выходной лампы узла, работает примерно так же, как и генератор строчной развертки. Напряжение положительной обратной связи, необходимое для возникновения колебаний в мультивибраторе, поступает с анода $Л_{6б}$ на сетку $Л_{6а}$ через формирующую цепь $C_{33}C_{41}C_{40}C_{32}$. Одновременно между анодами $Л_{6б}$ и $Л_{6а}$ установлена цепь $C_{38}R_{42}C_{35}R_{43}R_{64}R_{65}$. В результате воздействия напряжения отрицательной обратной связи, проходящего через эту цепь, улучшается форма пилообразных колебаний генератора, что влечет за собой повышение линейности изображения по вертикали. Последнюю можно регулировать, вращая движок переменного резистора R_{65}.

Частоту колебаний задающего генератора строк можно изменять при помощи переменного резистора R_{49}, а частоту задающего генератора кадров — переменным резистором R_{39}.

Для запирания кинескопа во время обратного хода строчной развертки на его модулирующий электрод подается отрицательный импульс с вывода *1* дополнительной обмотки ТВС. Предварительно этот импульс формируется в цепи $Д_6Д_7R_{53}$. Светлые линии обратного хода кадровой развертки, появляющиеся на экране кинескопа, гасятся отрицательным импульсом, поступающим также на модулирующий электрод кинескопа с обмотки *II* выходного трансформатора кадров через цепь $Д_{10}C_{50}R_{60}$.

Анодная цепь лампы $Л_7$ и зарядная цепь задающего генератора кадров питаются повышенным напряжением (+780 *в*), появляющимся на выводах *4* и *5* ТВС во время работы узла строчной развертки. Это же напряжение подается на фокусирующий электрод кинескопа — непосредственно, и на ускоряющий электрод — через фильтр $R_{63}C_{55}$ с большой постоянной времени. Благодаря установке этого фильтра напряжение на ускоряющем электроде сохраняется некоторое время после выключения телевизора. Это препятствует возникновению яркой светящейся точки на его экране.

Высокое напряжение, питающее второй анод кинескопа, снимается с выхода выпрямителя, выполненного на высоковольтном кенотроне $Л_9$, который выпрямляет положительные импульсы, появляющиеся в ТВС при обратном ходе строчной развертки. Обкладками конденсатора фильтра этого выпрямителя служат электрод второго анода и наружное графитовое покрытие конуса колбы кинескопа, которое необходимо присоединить к шасси телевизора.

Цепи анодов и экранирующих сеток остальных ламп телевизора питаются от выпрямителя, собранного на диодах $Д_8$ и $Д_9$ по схеме удвоения напряжения.

Делитель напряжения $R_{57}R_{58}R_{61}$, в который входит переменный резистор R_{58} регулировки яркости, присоединен к нагрузочному резистору R_{11} выходного каскада видеоусилителя. При таком подключении яркость изображения во время регулировки контрастности автоматически меняется, так что надобность в дополнительной регулировке при помощи R_{58} отпадает.

Шасси телевизора (рис. 2-3) представляет собой прямоугольную пластину из мягкого дюралюминия толщиной 3 *мм* размерами 455×362 *мм* с отогнутыми под углом 90° бортами шириной 16 *мм*. Пластина нормально находится в вертикальном положении, но снабжена кронштейнами, которые позволяют устанавливать ее горизонтально для удобства настройки и ремонта телевизора. Футляр использован готовый, от телевизора «Темп-6М», но можно применить и самодельный, такой же конструкции. Маска, которая служит передней стенкой футляра и закрывает кинескоп — также от телевизора «Темп-6М», но может быть также взята от любого унифицированного телевизора УНТ-47/59.

Значительное количество резисторов и конденсаторов телевизора размещено на пяти монтажных планках так, как это показано на рис. 2-4. Расположение этих планок, а также крупных деталей (ламп, трансформаторов, электролитических конденсаторов и пр.) видно на рисунках 2-5 и 2-6. Те органы управления телевизором, к которым приходится часто прибегать (ПТК, регуляторы контрастности, яркости и громкости) находятся на кронштейне, прикрепленном к верху шасси (так, как в телевизорах УНТ и «Темп-6М»). Их

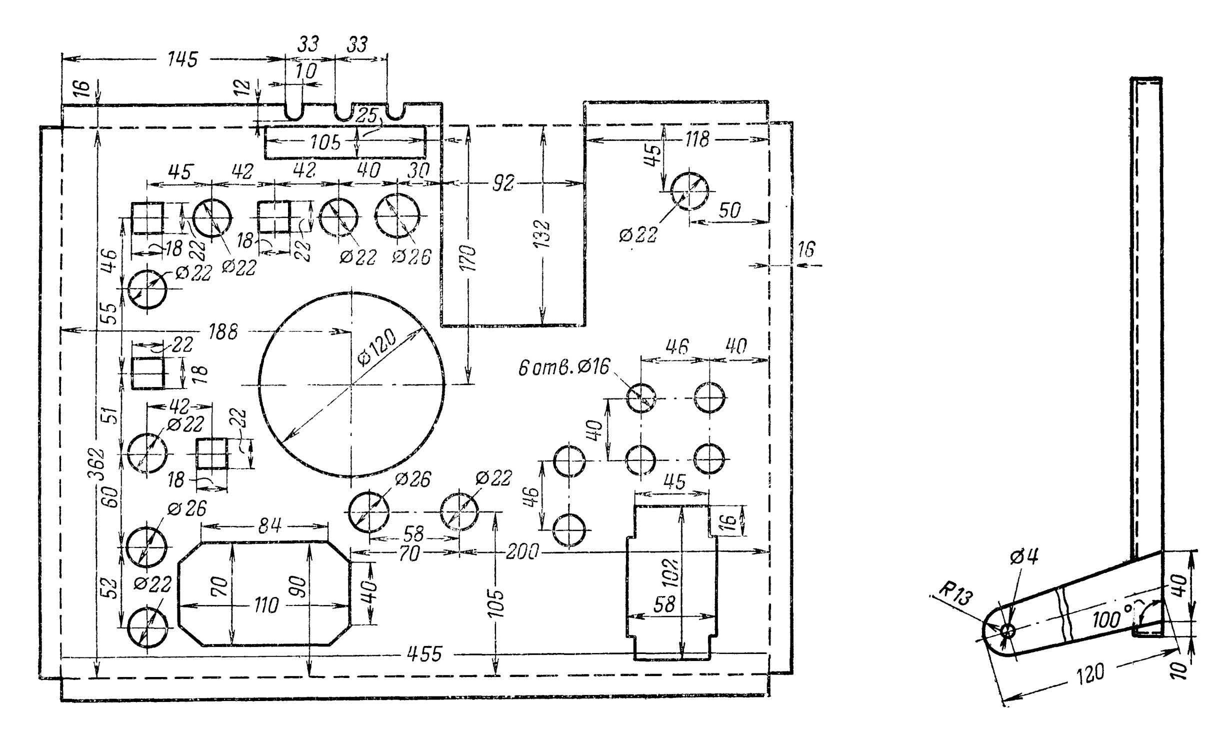


Рис. 2-3. Чертеж шасси телевизора.

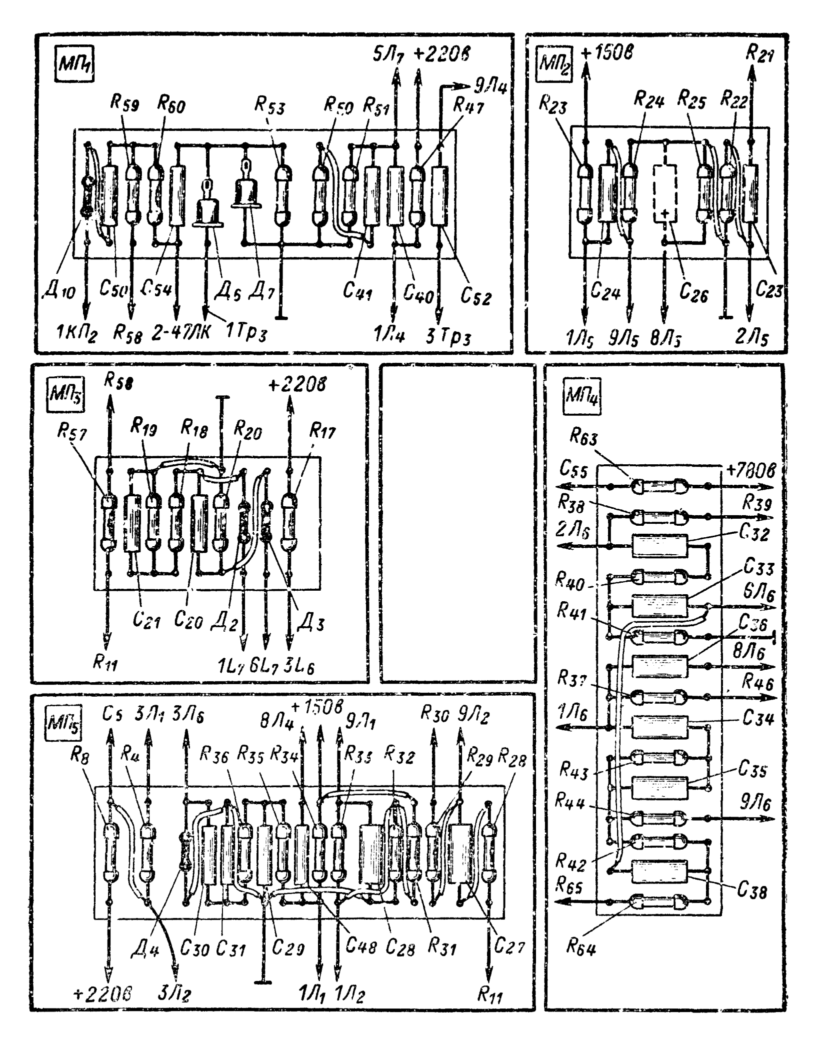


Рис. 2-4. Монтажные планки телевизора.

Обозначения 1$Л_4$, 3$Тр_3$, 6L_7 и аналогичные расшифровываются соответственно: первая ножка лампы $Л_4$; третий вывод трансформатора $Тр_3$, шестой вывод катушки L_7 и т. п.

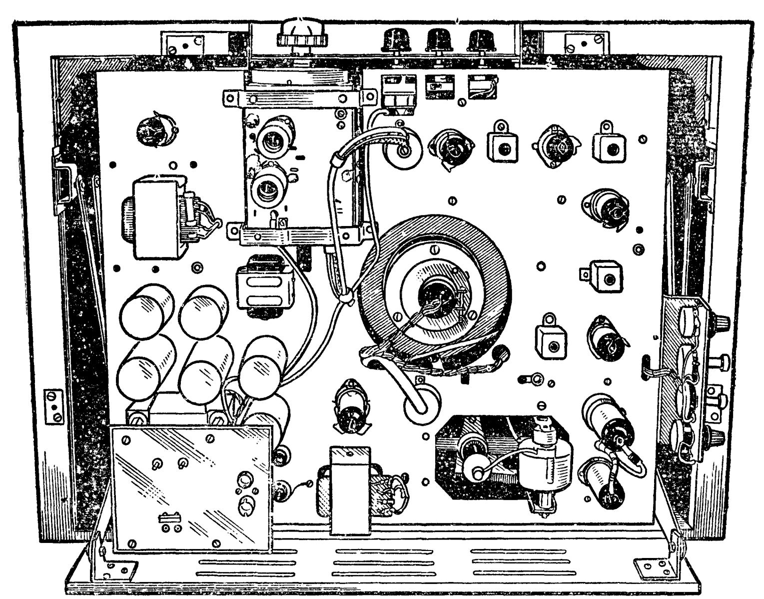


Рис. 2-5. Вид шасси со стороны ламп.

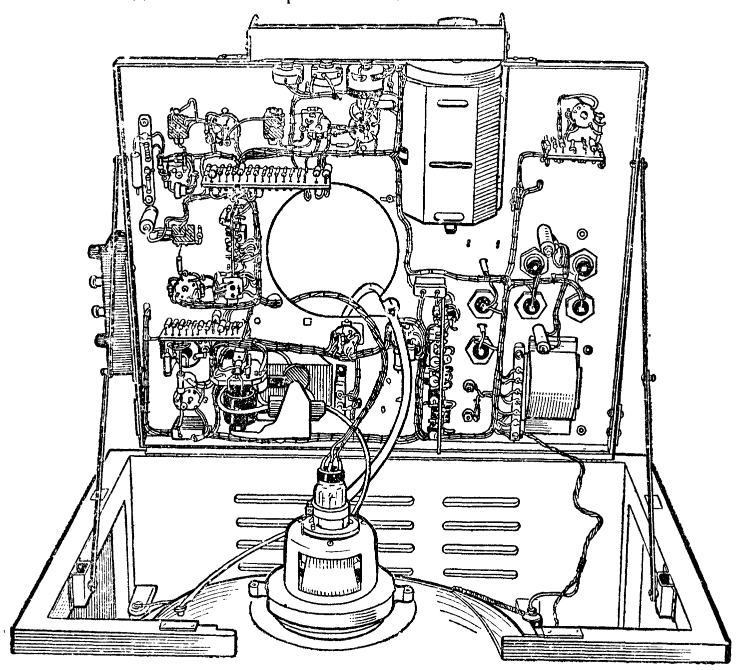


Рис. 2-6. Вид шасси со стороны монтажа.

ручки выходят в вырез, сделанный для этого в верхней стенке футляра. Кронштейн изготовлен из мягкого дюралюминия толщиной 1,5 *мм* и окрашен с наружной стороны нитрокраской. Переменные резисторы регулировки частоты строк (R_{49}), частоты кадров (R_{39}), размера кадров (R_{46}) и линейности кадров расположены на дополнительной дюралюминиевой панели, прикрепленной к левому (со

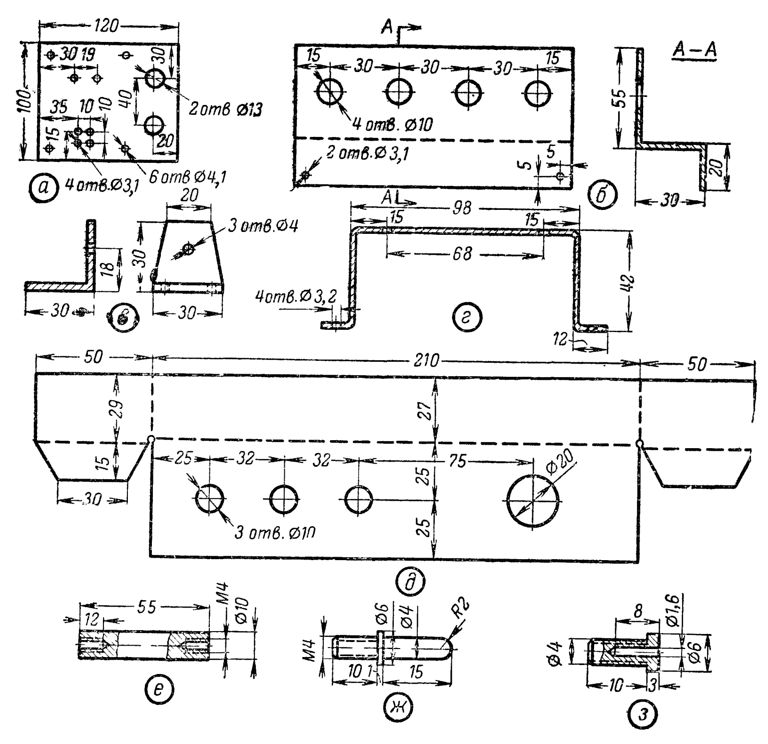


Рис. 2-7. Детали шасси.

а — панель для сетевого разъема и антенных гнезд, текстолит 3 *мм*; *б* — кронштейн для крепления R_{39}, R_{46}, R_{65}, R_{49}, дюралюминий 2 *мм*; *в* — кронштейн шасси, 2 шт., уголок дюралюминиевый 30×30 *мм*; *г* — скоба крепления ПТУ, ширина 15 *мм*, 2 шт., дюралюминий 2 *мм*; *д* — кронштейн для R_{21}, R_{30}, R_{58}, дюралюминий 1,5 *мм*; *е* — стойка для панели, 4 шт., латунь; *ж* — вилка сетевого разъема, 2 шт., латунь; *з* — гнездо переключателя напряжения сети, 4 шт., латунь

стороны монтажа) борту шасси. Блок ПТК укреплен с помощью скоб так, что его корпус находится в специальном вырезе, сделанном в верхней части шасси. Чертежи перечисленных выше и некоторых других деталей даны на рис. 2-7.

Данные всех катушек и корректирующих дросселей телевизора сведены в табл. 2-1. Катушки L_5 и L_6—L_8 можно не наматывать самому, а применить в качестве L_5 контур К-6 телевизора «Рубин»

Таблица 2-1

Обозначение на схеме	Указания по намотке	Число витков	Провод
L_1 L_2	Катушки L_1 и L_2 находятся на одном каркасе на расстоянии 18—20 *мм* друг от друга	5—5 11	ПЭЛШО 0,18 ПЭЛШО 0,18
L_3, L_4 L_5	Катушки L_3 и L_4 намотаны на одном каркасе в два провода	14 80	ПЭПШО 0,18 ПЭЛ 0,1
L_6 L_7 L_8	Катушки L_6, L_7 и L_8 намотаны на одном каркасе: внизу каркаса L_7 (в два провода), на расстоянии 5—6 *мм* от L_7—L_6 и посредине L_6 на бумажной манжетке, наклеенной на эту катушку — L_8	50 19×2 10,5	ПЭЛШО 0,12 ПЭЛШО 0,12 ПЭЛШО 0,12
Др$_1$ *Др*$_2$ *Др*$_3$ *Др*$_4$	Дроссели наматывают на резисторах ВС-0,25 сопротивлением 50—100 *ком* внавал по всей длине резистора	100 150 120 130	ПЭВ-1 0,12 ПЭВ-1 0,12 ПЭВ-1 0,12 ПЭВ-1 0,12

Примечание. Все катушки наматывают на каркасах диаметром 7,5 *мм* и длиной 45 *мм* (от телевизоров «Рубин-102», «Темп-3», «Темп-6», «Темп-6М») в один слой, виток к витку, и настраивают (за исключением L_8) сердечниками СЦР-1 (катушки L_3 и L_4 — одним сердечником). Для создания средней точки в катушке L_7 конец одного из двух проводов, которыми она намотана, соединяется с началом другого.

(но не «Рубин-102») или Ф-201 телевизора УНТ-47/59, а в качестве L_6—L_8—К-8 (К-8-1) телевизоров «Рубин» («Рубин-102») или Ф-203 телевизоров УНТ-47/59. При использовании контуров телевизора «Рубин» следует иметь в виду, что внутри К-8 и К-8-1 уже имеются конденсаторы C_{18} и C_{19}. Если же будут установлены контуры телевизоров УНТ-47/59, то параллельно фильтру Ф-201 (L_5) нужно включить конденсатор емкостью 20 *пф* и изменить емкости C_{18} и C_{19} на 62 *пф* вместо 36 и 47 *пф*. Корректирующие дроссели *Др*$_1$—*Др*$_4$ должны быть смонтированы так, как показано на рис. 2-8, где изображен участок монтажной схемы с этими дросселями. Только тогда характеристика видеоусилителя окажется в пределах нормы и его не нужно будет настраивать.

Трансформаторы и дроссель фильтра можно взять промышленные (табл. 2-2). Данные для их самостоятельного изготовления (кроме ТВС) приведены в табл. 2-3. Отклоняющая система — типа ОС-110-А. Соединение ее выводов с цоколем, который вставляют в панель КП-2, показано на рис. 2-9. Следует иметь в виду, что при такой распайке, когда цоколь вынут из панели, напряжение питания на экранирующую сетку лампы *Л*$_7$ не подается.

Диоды Д205, установленные в низковольтном выпрямителе,

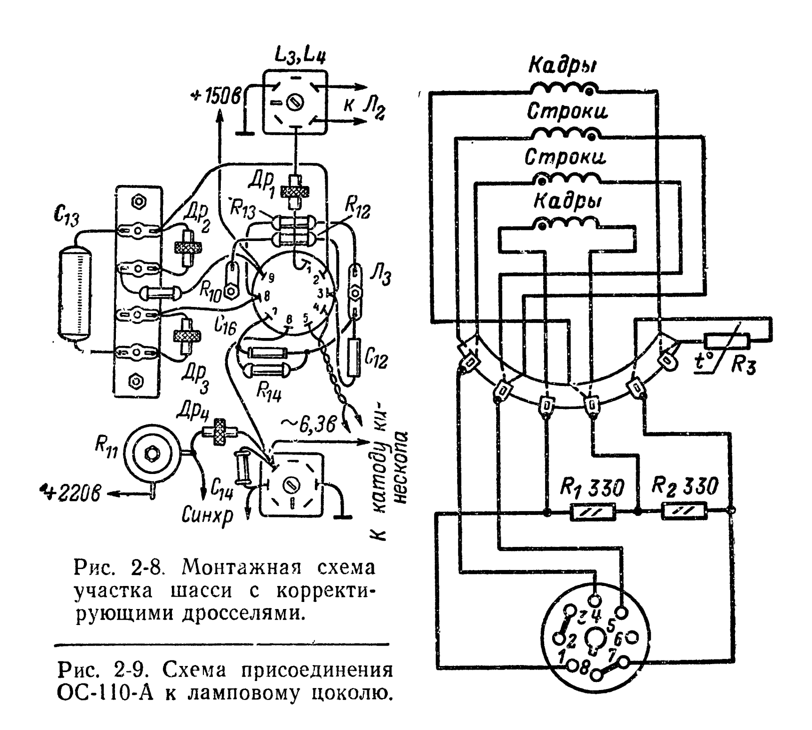


Рис. 2-8. Монтажная схема участка шасси с корректирующими дросселями.

Рис. 2-9. Схема присоединения ОС-110-А к ламповому цоколю.

можно заменить Д226Б, КД105Б, Д7Ж (в крайнем случае) или выпрямительными столбами Д1011А, КЦ401В.

Задняя стенка футляра телевизора — самодельная, из плотного картона или других материалов.

Таблица 2-2

Обозначение по схеме	Какие промышленные детали можно использовать
$Тр_1$	Выходной трансформатор звука телевизоров «Рубин-102» или УНТ-47/59
$Тр_2$	Выходной трансформатор звука телевизора «Рубин-102» или выходной трансформатор кадров этого же телевизора
$Тр_3$	Выходные строчные трансформаторы ТВС-110-А, ТВС-110-АМ, ТВС-110-ЛА
$Тр_4$	Силовые трансформаторы телевизоров «Заря», «Заря-2», «Заря-2а», «Волхов», «Спутник»
$Др_5$	Дроссель фильтра телевизоров «Старт-3», «Заря», «Заря-2а», «Волхов», «Волхов-Б», «Неман»

Таблица 2-3

Обозначение на схеме	Сердечник	Обозначение выводов обмоток	Число витков	Провод
$Тр_1$, $Тр_2$	УШ16×32 *мм*	*1—2*	2 000	ПЭЛ 0,18
		3—4	100	ПЭЛ 0,59
$Тр_4$	УШ32×40 *мм*	*1—2*	365	ПЭЛ 0,59
		2—3	270	ПЭЛ 0,47
		4—5	295	ПЭЛ 0,51
		6—7	20	ПЭЛ 0,51
		8—9	20	ПЭЛ 1,5
$Др_5$	УШ16×24 *мм*	—	1 600	ПЭЛ 0,27

Когда сборка телевизора будет окончена, проверяют по принципиальной схеме правильность его монтажа и режимы ламп. К этой работе нужно отнестись со всей серьезностью, так как тщательная проверка избавит от многих неприятностей при дальнейшем налаживании. На принципиальной схеме указаны режимы ламп, полученные в результате измерений авометром ТЛ-4 (ТТ-3) при отсутствии входного сигнала. Они могут отклоняться в ту или другую сторону до 20%. Вместо ТЛ-4 для измерения режимов можно применить другие аналогичные авометры (например, Ц437).

Если в монтаже узлов разверток нет ошибок, растр на экране кинескопа получается сразу. Если же экран после включения телевизора остается темным, а радиолюбитель уверен, что в монтаже нет ошибок и лампы доброкачественны, то почти наверняка причину неисправности следует искать в выходном строчном трансформаторе (ТВС). Когда вместо полного растра на экране появляется узкая яркая горизонтальная линия, то прежде чем искать причину неисправности, нужно сразу же выключить телевизор, иначе люминофор экрана по этой линии будет прожжен. В данном случае почти безошибочно можно сказать, что неисправен выходной трансформатор кадров $Тр_2$.

При наличии растра подключают к телевизору наружную антенну и пробуют получить изображение и звуковое сопровождение (хотя бы нечеткое и искаженное). Во время этой пробы ручки регуляторов контрастности изображения и громкости звукового сопровождения должны находиться в таких положениях, при которых контрастность и громкость максимальны. Поворачивая ручку регулятора яркости, добиваются средней яркости свечения экрана. И, наконец, переключатель блока ПТК устанавливают на канал, в котором работает телецентр, а ручку настройки гетеродина этого блока — в среднее положение.

Вероятнее всего, что после этих манипуляций на экране появятся косые линии, идущие слева вверх направо или наоборот. Наличие таких линий означает, что изображение есть, но оно не синхронизировано по строкам. Поворачивая ручку переменного резистора R_{49} «Частота строк», добиваются появления изображения, т. е. его синхронизации. Если ее невозможно достигнуть при вращении движка R_{49} от упора до упора, то ставят движок в среднее положение и под-

бирают резистор R_{48}. Лучше всего на время подбора заменить его переменным.

Полученное изображение может двигаться по экрану сверху вниз или в обратном направлении. Это значит, что оно не синхронизировано по кадрам. В этом случае нужно поступать так же, как описано выше. Для строчной развертки, оперируя переменным резистором R_{39} «Частота кадров» и подбирая резистор R_{38}.

Когда изображение полностью синхронизировано, приступают к настройке приемной части телевизора. Ее можно сделать, не пользуясь приборами, по изображению испытательной таблицы 0249 на экране кинескопа. Предварительно сердечники катушек L_1 и L_3, L_4 устанавливают так, чтобы они входили наполовину в соответствующие катушки (но не каркасы). Сердечник L_2 должен полностью находиться внутри катушки.

Регулируя по очереди сердечники катушек L_1 и L_3, L_4, добиваются наиболее четкого и контрастного изображения испытательной таблицы. Если на изображении в такт со звуком появляются темные горизонтальные полосы, необходимо полностью устранить их, вращая сердечник катушки L_2. При правильной настройке катушек L_1—L_4 отдельные линии на центральном вертикальном клине испытательной таблицы должны быть видны до отметки «450» (строк).

Канал звукового сопровождения настраивают, последовательно изменяя положение сердечников катушек L_7, L_6 и L_5. Правильность настройки катушки L_7 контролируют по пропаданию сильной помехи, похожей на фон переменного тока, которая вновь возникнет при вращении сердечника катушки примерно на один оборот в одну или другую сторону от найденного положения. Сердечники катушек L_6 и L_5 регулируют до получения наибольшей громкости звука при отсутствии искажений.

Регулятор размера строк в телевизоре отсутствует, но изменить указанный размер при необходимости можно (в небольших пределах), подбирая конденсатор C_{53}.

В телевизор можно установить кинескопы 50ЛК1Б, 59ЛК2Б, 61ЛК1Б без какого-либо изменения его схемы.

Переносный телевизор

Транзисторный переносный телевизор, сконструированный инженером Т. Дерналовой и В. Филипповым, может принимать телевизионные передачи в любом из 12 каналов метрового диапазона. В телевизоре установлены 18 транзисторов (без ПТК и блока питания), 21 полупроводниковый диод и кинескоп 23ЛК9Б, хотя можно применить также 11ЛК1Б и 16ЛК1Б. Технические характеристики телевизора следующие: четкость 400—450 строк, число различаемых градаций яркости 8, чувствительность на всех каналах — не хуже 50 *мкв*, избирательность на несущей частоте звукового сопровождения принимаемого канала и на несущих частотах изображения и звука соседнего канала не менее 30 *дб*, несущие промежуточные частоты изображения и звука стандартные (38,0 и 31,5 *Мгц* соответственно), выходная мощность УНЧ 400 *мвт*, полоса воспроизводимых звуковых частот 250—5 000 *гц*, мощность, потребляемая от аккумуляторов, 7,5 *вт*, размеры (с кинескопом 23ЛК9Б) 260×210×175 *мм*, масса 3,5 *кг*

Принципиальная схема телевизора приведена на рис. 2-10. В нем применен ВЧ блок ПТК-П от телевизора «Юность» (описание см.

«Радио», 1966, № 1, с. 21—25). Однако взамен него можно использовать ПТК-14 или же самодельный, описанный в «Радио», 1971, № 1—3. Выход ПТК подключен ко входу фильтра сосредоточенной селекции (ФСС), который находится между ПТК и усилителем ПЧ изображения. Этот фильтр в основном определяет частотную характеристику и избирательность УПЧ. Усилитель ПЧ изображения выполнен на транзисторах T_1—T_3, включенных по схеме с общим эмиттером. Каскады на транзисторах T_1 и T_2 нагружены одиночными широкополосными контурами L_8C_{10} и L_9C_{17}, настроенными на среднюю частоту полосы пропускания (35 *Мгц*). В коллекторной цепи транзистора T_3 третьего каскада усилителя установлен полосовой фильтр $L_{10}C_{24}L_{11}C_{26}$. Связь между первым и вторым контурами фильтра внешнеемкостная, через конденсатор C_{25}. Внутренняя обратная связь, возникающая в транзисторе T_3 и понижающая стабильность работы усилителя, нейтрализуется. Цепь нейтрализации составляют детали C_{23}, C_{22}. Для предотвращения самовозбуждения каскадов на высших частотах (выше рабочих) в коллекторные цепи транзисторов T_1—T_3 включены антипаразитные резисторы R_8, R_{13}, R_{20}.

Видеодетектор телевизора собран на диоде $Д_4$ по стандартной однополупериодной схеме и никаких особенностей не имеет.

Первый каскад двухкаскадного видеоусилителя телевизора, выполненный на транзисторе T_4, служит для согласования видеодетектора с оконечным каскадом и одновременно работает в качестве предварительного УПЧ звукового сопровождения. Такое соединение двух функций в одном каскаде оказалось возможным благодаря тому, что для сигналов изображения транзистор T_4 включен по схеме с общим коллектором, а для сигналов ПЧ звукового сопровождения — по схеме с общим эмиттером, так как для них эмиттер транзистора T_4 оказывается соединенным с шасси телевизора через последовательный контур $L_{13}C_{33}$, настроенный на 6,5 *Мгц*. Сигналы ПЧ звукового сопровождения выделяются на параллельном контуре $L_{12}C_{32}$, находящемся в коллекторной цепи T_4.

Выходной каскад видеоусилителя собран на транзисторе T_5 по обычной схеме с заземленным эмиттером и сложной коррекцией. Контрастность изображения регулируется путем изменения результирующего сопротивления нагрузки каскада потенциометром R_{36}. Наступающие при этом изменения формы частотной характеристики корректируются цепью C_{36}, R_{38}, $Др_4$. С выхода видеоусилителя напряжение видеосигналов поступает на модулирующий электрод кинескопа через конденсатор C_{37}. Поэтому постоянная составляющая сигналов теряется, но на качестве изображения это почти не отражается.

Сигналы ПЧ звукового сопровождения с части катушки нагрузочного контура $L_{12}C_{32}$ каскада предварительного усиления поступают на базу транзистора T_7, который работает как усилитель-ограничитель и далее в обычный детектор отношений на диодах $Д_6$, $Д_7$. Усилитель НЧ на транзисторах T_{15}—T_{18}, который следует за этим детектором, также не имеет особенностей Его выходной каскад выполнен по трансформаторной двухтактной схеме, работает в режиме класса АВ и нагружен громкоговорителем 0,5ГД-17 ($Гр_1$)

В телевизоре применена ключевая система АРУ, которая регулирует усиление первого и второго каскадов УПЧ изображения, а также каскада УВЧ в ПТК Система состоит из ключевого каскада на транзисторе T_6 и элементов, противодействующих изменению частотных характеристик регулируемых каскадов.

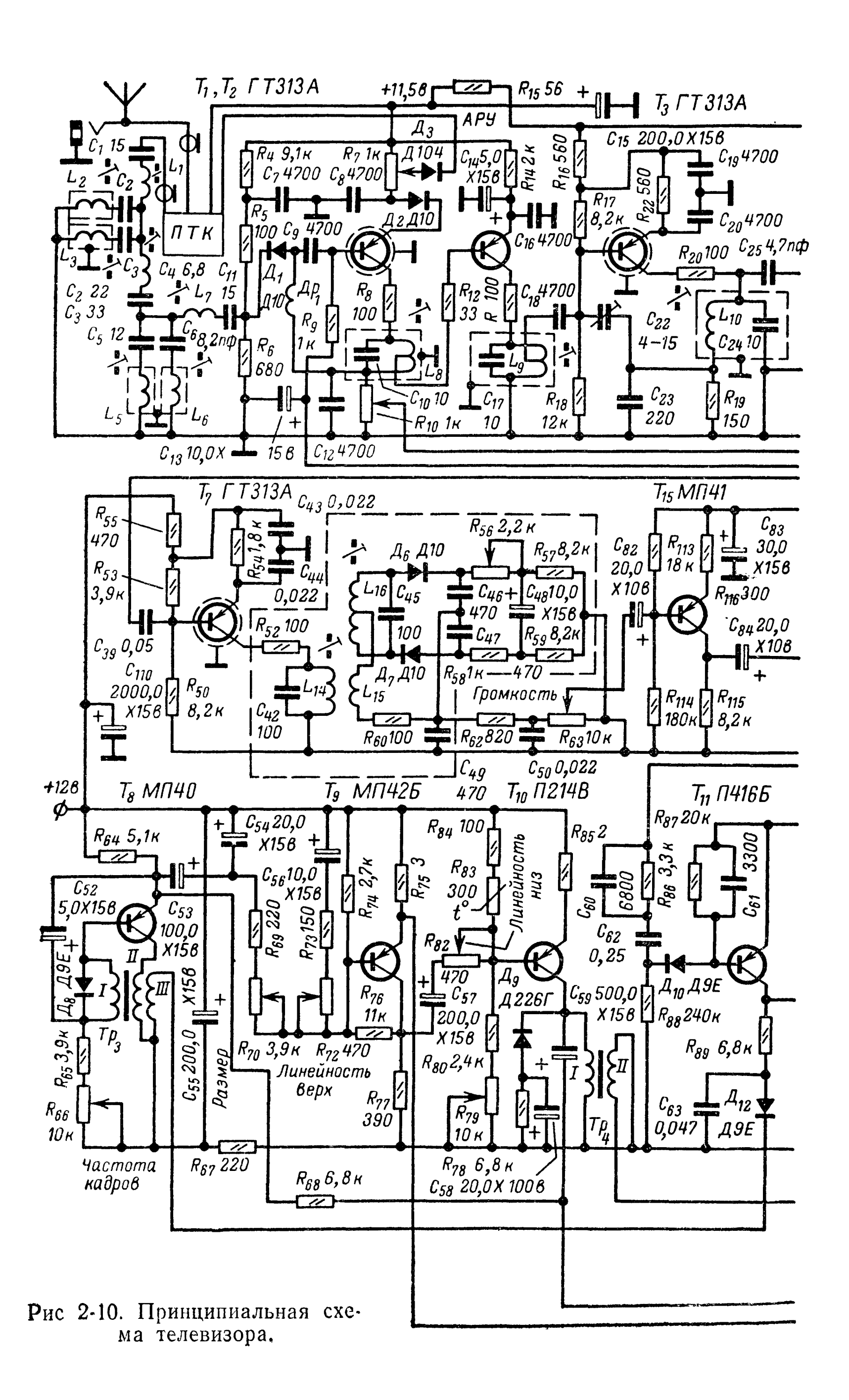
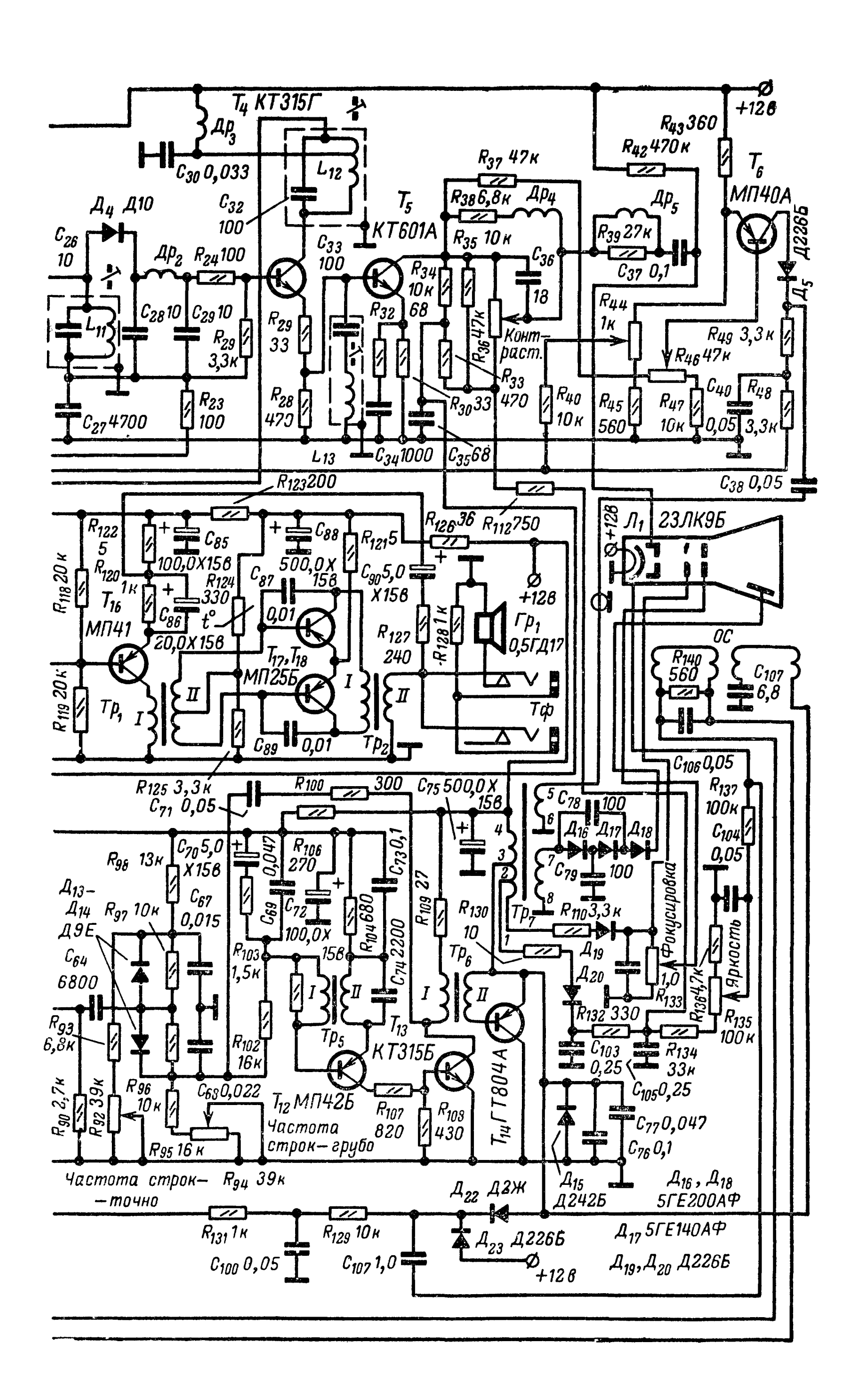


Рис 2-10. Принципиальная схема телевизора.


T4 КТ315Г
Др3
C30 0,033
+12в
R43 360
R42 470к
T6
МП40А
Д226Б
Д5
L12
C32
100
T5
КТ601А
R37 47к
R38 6,8к
Др4
Др5
R39 27к
C37 0,1
Д4 Д10
C26
10
Др2
R24 100
C33
100
R35 10к
C36
18
R34
10к
68
R32
C28 10
C29 10
R29
3,3к
R29
33
L11
R36 47к
Конт-
раст.
R44
1к
R46 47к
R49 3,3к
R33
470
R28
470
R30 33
R40
10к
R45
560
R47
10к
C40
0,05
R48
3,3к
C27 4700
R23
100
L13
C34 1000
C35 68
C38 0,05
R123 200
R112 750
+12в
Л1
23ЛК9Б
R122
5
R120
1к
C85
100,0X15в
C88
500,0X
15в
R121 5
R126 36
C90 5,0
X15в
R124
330
C87
0,01
R118 20к
T16
МП41
C86
20,0X15в
t°
+12в
Гр1
0,5ГД17
R127
240
R128 1к
T17, T18
МП25Б
ОС
R140
560
C107
6,8
R119 20к
Tp1
II
I
II
I
II
Тф
C89
0,01
Tp2
C106 0,05
R125 3,3к
R100
300
C75 500,0X
15в
C71 0,05
R137
100к
C78 100
Д16 Д17 Д18
C70 5,0
X15в
R98 13к
R106
270
C73 0,1
C104
0,05
C69 0,047
C72
100,0X
15в
R109 27
C79
100
Д13-
Д14
Д9Е
R97 10к
C67
0,015
R104 680
R130
10
Tp7
R110 3,3к
Фокусировка
Яркость
C64
6800
R103
1,5к
C74 2200
Tp6
Д19
Д20
1,0
R133
R136 4,7к
Tp5
T13
R132 330
R135
100к
R93
6,8к
R102
16к
КТ315Б
C103
0,25
C105 0,25
R134
33к
R96
10к
C68 0,022
T12 МП42Б
R107
820
R108
430
T14 ГТ804А
C77 0,047
R90 2,7к
R92 39к
R95 16к
Частота
строк–грубо
C76 0,1
Частота строк–
–точно
R94 39к
Д22 Д2Ж
Д15
Д242Б
Д16, Д18
5ГЕ200АФ
R131 1к
R129 10к
Д23 Д226Б
Д17 5ГЕ140АФ
C100 0,05
C107 1,0
+12в
Д19, Д20 Д226Б

Для создания регулирующего напряжения АРУ необходимо, чтобы на ключевой каскад поступали два напряжения: видеосигналов и импульсов обратного хода строчной развертки. Оба они подаются на транзистор T_6 в отрицательной полярности: напряжение видеосигналов на базу транзистора с движка потенциометра R_{46}, входящего в делитель R_{37}, R_{46}, R_{47}, а напряжение импульсов обратного хода амплитудой 15—20 *в* — на коллектор транзистора с обмотки *5—6* выходного строчного трансформатора через конденсатор C_{38} и диод $Д_5$. Выработанное в коллекторной цепи положительное постоянное регулирующее напряжение поступает на базу транзистора T_1 через интегрирующую цепь $R_{49}C_{40}R_{48}$ и фильтрующую цепь $C_{13}R_9$. Величина этого напряжения находится в зависимости от силы принимаемого сигнала и составляет от 8 до 11 *в*.

Так как регулирующее напряжение АРУ подается на базу транзистора T_1 в положительной полярности, то при увеличении принимаемого сигнала коллекторный ток этого транзистора, а следовательно, и усиление каскада начинают уменьшаться (регулировка на закрывание). Степень понижения усиления существенно увеличивается благодаря тому, что в цепи эмиттера T_1 установлен диод $Д_2$, на прямом сопротивлении которого создается напряжение отрицательной обратной связи по переменному току. При уменьшении коллекторного тока T_1 сопротивление $Д_2$ повышается и глубина обратной связи возрастает, что и приводит к дополнительному понижению усиления каскада на транзисторе T_1.

Кроме того, на базу T_1 поступают полностью только слабые принятые сигналы с таким напряжением, при котором АРУ не работает. В это время диод $Д_1$, включенный между выходом ФСС и базой T_1, полностью открыт положительным напряжением, падающим на потенциометре R_{10}, установленном в коллекторной цепи T_1. Это напряжение приложено к аноду $Д_1$ через дроссель $Др_1$. Когда АРУ работает (при сильных сигналах), коллекторный ток T_1, а следовательно, и напряжение на R_{10} значительно уменьшаются. Поэтому диод $Д_1$ почти закрывается, его сопротивление значительно повышается и принятый сигнал делится между возросшим сопротивлением диода и входным сопротивлением каскада на транзисторе T_1.

Изменения частотной характеристики ФСС, которая, как уже было сказано выше, в основном определяет частотную характеристику всего УПЧ изображения, наступают тогда, когда меняется полное сопротивление нагрузки ФСС. В описываемом телевизоре им служит резистор R_5. Входное сопротивление каскада на транзисторе T_1, включенное параллельно R_5, намного больше, чем у этого резистора, и при воздействии АРУ возрастает, так как при этом транзистор T_1 начинает закрываться. В результате полное сопротивление нагрузки ФСС и частотная характеристика фильтра практически не меняются. На базу транзистора T_2 второго каскада УПЧ изображения подается то же самое положительное напряжение, что и на диод $Д_1$. Поэтому при отсутствии АРУ через этот транзистор протекает малый коллекторный ток. Когда АРУ начинает работать, напряжение на базе T_2 уменьшается и коллекторный ток транзистора возрастает. Таким образом, транзистор T_2 регулируется в сторону насыщения.

Узел синхронизации телевизора состоит из амплитудного селектора, собранного на транзисторе T_{11}, и несбалансированной системы АПЧиФ на диодах $Д_{13}$ и $Д_{14}$. Чтобы обратное напряжение на участке эмиттер-база транзистора T_{11} не превышало предельно допусти-

мой для П416Б величины 3 *в*, видеосигнал в цепи его базы дополнительно ограничивается диодом $Д_{10}$. Кадровые синхроимпульсы выделяются на обмотке *III* кадрового блокинг-трансформатора $Тр_3$, а строчные — на резисторе R_{89}, откуда через конденсатор C_{64} они поступают в фазовый дискриминатор системы АПЧиФ. Ввиду того что при регулировке яркости импульсы обратного хода, возникающие в строчном трансформаторе $Тр_7$, меняются, напряжение сравнения на систему АПЧиФ снимается с коллектора транзистора T_{13} промежуточного усилителя строчной развертки.

Блоки строчной и кадровой разверток состоят из трех каскадов каждый: задающего блокинг-генератора, промежуточного усилителя и выходного каскада. Блокинг-генератор строчной развертки собран по схеме с эмиттерно-базовой связью на транзисторе T_{12}. Регулируя переменные резисторы R_{92} и R_{94}, можно изменять напряжение на базе этого транзистора, в результате чего меняется частота генерируемых импульсов. Нагрузкой генератора являются резисторы R_{107} и R_{108}. С последнего импульсы строчной частоты снимаются на базу транзистора T_{13} промежуточного каскада, который нагружен трансформатором $Тр_6$. С обмотки *II* этого трансформатора усиленные импульсы строчной развертки поступают на базу мощного германиевого транзистора T_{14} выходного каскада, к эмиттеру которого подключен выходной строчный трансформатор $Тр_7$. Как T_{13}, так и T_{14} работают в режиме переключения. Собственные колебания, возникающие в $Тр_7$, демпфируются кремниевым диодом $Д_{15}$. Конденсаторы C_{76} и C_{77} служат для формирования импульсов обратного хода. Высокое напряжение на второй анод кинескопа поступает с высоковольтного выпрямителя, собранного на селеновых столбах $Д_{16}$, $Д_{17}$ и $Д_{18}$ по схеме с умножением напряжения.

Для питания некоторых цепей телевизора, а именно: транзистора T_5 второго каскада видеоусилителя, ускоряющего и фокусирующего электродов кинескопа, необходимы повышенные напряжения (соответственно +60 *в*, +300 *в* и 0 +250 *в*). Эти напряжения получают, выпрямляя импульсы обратного хода, снимаемые с различных отводов одной из обмоток трансформатора $Тр_7$. Выпрямитель для питания электродов кинескопа выполнен на диоде $Д_{19}$, а для питания транзистора T_5 — на диоде $Д_{20}$. Выходное напряжение последнего выпрямителя подводится также к цепи регулировки яркости, которая состоит из резисторов R_{134}—R_{137} и конденсатора C_{104}. При помощи переменного резистора R_{133} можно плавно менять напряжение на фокусирующем электроде кинескопа.

Кадровый блокинг-генератор собран на транзисторе T_8 по схеме с коллекторно-базовой обратной связью. Он имеет большую температурную стабильность, которая достигнута включением цепи формирования пилообразного напряжения в эмиттерную цепь T_8. Для регулировки частоты генерируемых импульсов служит переменный резистор R_{66}. Форма выходного импульсно-пилообразного напряжения генератора корректируется в цепи $C_{56}R_{73}R_{72}$, где регулируется линейность верхней части кадра. Скорректированное напряжение подается на базу транзистора T_9 каскада промежуточного усиления. Последовательно с резистором R_{75}, находящимся в эмиттерной цепи этого транзистора, включены кадровые отклоняющие катушки. Благодаря этому на R_{75} возникает напряжение отрицательной обратной связи, пропорциональное отклоняющему току. Это напряжение уменьшает нелинейные искажения, вносимые первичной обмоткой выходного трансформатора кадров $Тр_4$, а также степень действия на развертку

различных внешних факторов (колебаний окружающей температуры, напряжения источника питания и т. д.).

Импульсы, усиленные в промежуточном каскаде, с нагрузочного резистора R_{77} подаются на базу транзистора T_{10} выходного каскада, работающего в режиме класса А, через конденсатор C_{57} и регулятор R_{82} линейности нижней части кадра. Резистор R_{85} служит для термостабилизации, а термистор R_{83} — для термокомпенсации выходного каскада. Режим транзистора T_{10} можно менять при помощи переменного резистора R_{79}. Цепь $R_{78}C_{58}Д_9$ предназначена для ограничения величины и улучшения формы импульса обратного хода на коллекторе T_{10}. С него на эмиттер транзистора T_8 через конденсатор C_{59} и резистор R_{68} подается напряжение дополнительной обратной связи, способствующее растягиванию нижней части кадра и увеличению его вертикального размера. Линии обратного хода по горизонтали и вертикали, видные на экране телевизора, гасятся при помощи устройства, собранного на диодах $Д_{22}$ и $Д_{23}$, которые ограничивают строчные и кадровые импульсы как сверху, так и снизу.

Шасси телевизора представляет собой раму из дюралюминиевого проката углового профиля, скрепленную винтами. К передней части рамы прикреплена маска для кинескопа и громкоговоритель 0,5ГД-17, на дне рамы находятся трансформатор $Тр_4$ и конденсаторы C_{107} и C_{110} На задней части рамы в вертикальном положении закреплена печатная плата (рис. 2-11), которую можно откидывать вниз На этой плате размещены детали телевизора за исключением указанных выше, в том числе радиаторы с транзисторами выходных каскадов развертывающих устройств и элементы высоковольтного выпрямителя. Некоторые детали заключены в экраны. Первый экран находится над элементами второго каскада УПЧ звукового сопровождения и детектора отношений, а второй над выходным строчным трансформатором. Корпус транзистора T_{10} изолирован от радиатора прокладкой, сделанной из слюды.

Выводы на рис. 2-11, обозначенные прописными буквами, присоединяют: *А* — к выходу ПТК; *Б* — к громкоговорителю и гнездам головных телефонов; *Д* — к катоду кинескопа; *Е* — к модулирующему электроду кинескопа; *Ж* — к фокусирующему электроду кинескопа; *З* — к ускоряющему электроду кинескопа; *И* — к обмотке *I* трансформатора $Тр_4$; *К* — к обмотке *II* трансформатора $Тр_4$; *Л* — к селеновому столбу $Д_{26}$; *М* — к выводу питания транзисторов в ПТК; *Н* — к выводу АРУ в ПТК. Выводы с одинаковыми буквами (*В* и *Г*) соединяют между собой.

В телевизоре применены следующие детали: постоянные резисторы УЛМ-0,12, переменные резисторы СП3-4а, переменные подстроечные резисторы СП3-1б, разделительные и блокировочные конденсаторы в УПЧ изображения и звукового сопровождения — К10-7В, то же в развертывающих устройствах — МБМ и БМ-2, контурные конденсаторы — КД-1а, электролитические конденсаторы — К50-6. Все катушки намотаны в один слой виток к витку на полистироловых (или из органического стекла) каркасах диаметром 6 *мм*, в которых установлены подстроечные сердечники из феррита 13ВЧ1 диаметром 4 *мм*. Можно использовать каркасы и сердечники от телевизора «Юность». Корректирующие дроссели намотаны способом «Универсаль» (ширина намотки 4 *мм*) на резисторах МЛТ-0,5 сопротивлением 500 *ком* или выше Намоточные данные катушек и дросселей указаны в табл. 2-4, а трансформаторов — в табл. 2-5. Отклоняющая система использована от телевизора «Юность».

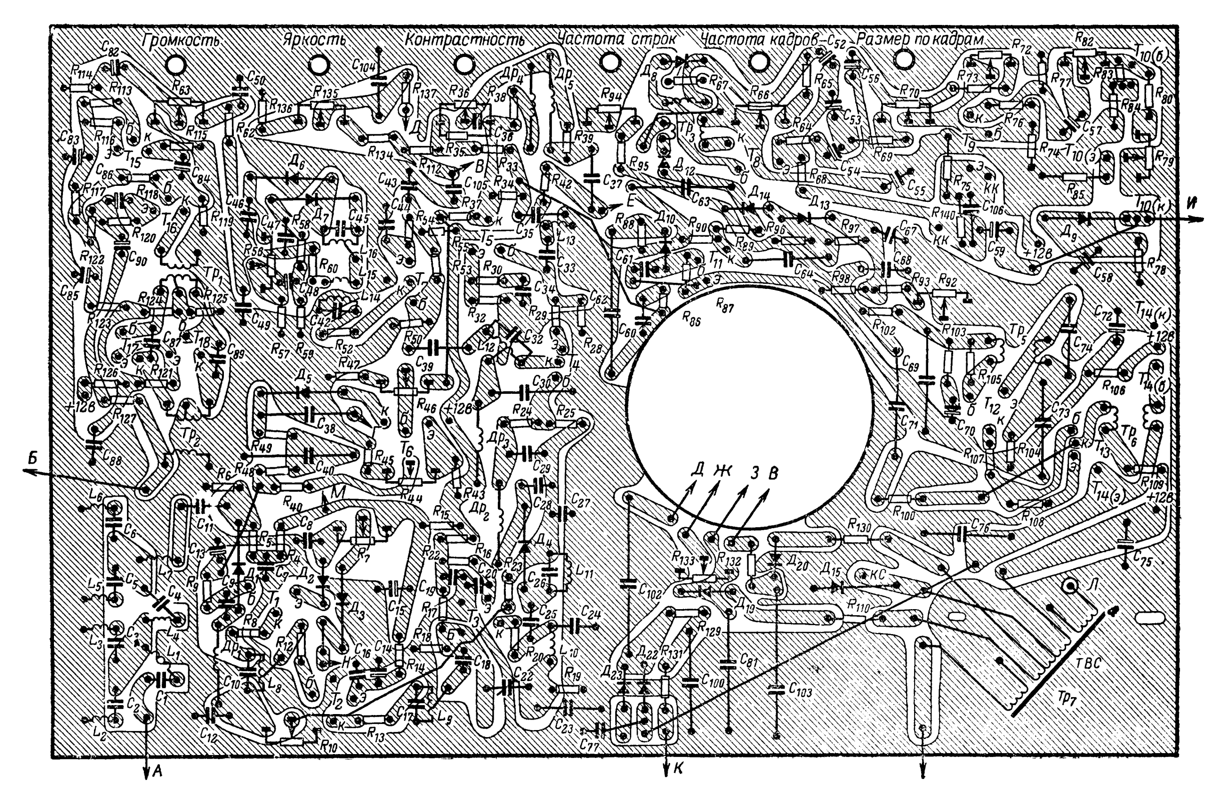


Рис. 2-11. Печатная плата телевизора.

Таблица 2-4

Обозначение на схеме	Число витков	Провод	Обозначение на схеме	Число витков	Провод
L_1, L_7	18	ПЭВ-2 0,23	L_{12}, L_{13}, L_{14}	34	ПЭВ-2 0,12
L_2	10	ПЭВ 2 0,23	L_{15}	10	ПЭВ-2 0,12
L_3, L_8, L_9	12	ПЭВ-2 0,23	L_{16}	2×17	ПЭВ-2 0,12
L_4, L_6	28	ПЭВ-2 0,23	$Др_1$, $Др_3$	50	ПЭЛШО 0,1
L_5	15	ПЭВ-2 0,23	$Др_2$	140	ПЭЛШО 0,1
L_{10}	17	ПЭВ-2 0,23	$Др_4$	250	ПЭЛШО 0,1
L_{11}	16	ПЭВ-2 0,23	$Др_5$	280	ПЭЛШО 0,1

Примечания: 1. Все катушки наматывают в один слой виток к витку на каркасах диаметром 6 *мм* (от телевизора «Юность») и настраивают сердечниками из феррита 13ВЧ1 диаметром 4 *мм*. Корректирующие дроссели наматывают способом «Универсаль» или внавал (ширина намотки 4 *мм*) на резисторах МЛТ-0,5 сопротивлением не менее 510 *ком*.

2. Отводы: в катушках L_8 и L_9 — от 4-го витка, считая от нижних (по схеме) выводов, в катушке L_{12} — от 10-го витка, считая от верхнего (по схеме) вывода.

3. Катушку L_{15} наматывают поверх L_{14}.

4. Катушку L_{16} наматывают в два провода, ее среднюю точку получают, соединив конец одного провода с началом другого.

Таблица 2-5

Обозначение на схеме	Материал и размеры сердечника	Обмотки	Выводы	Число витков	Провод
$Тр_1$	Пермаллой 50Н, Ш6×9	I	—	1 550	ПЭЛ 0,06
		II	—	2×300	ПЭЛ 0,1
$Тр_2$	Пермаллой 50Н, Ш5×5	I	—	2×220	ПЭЛ 0,19
		II	—	53	ПЭЛ 0,41
$Тр_3$	Пермаллой 50Н, Ш3×6	I	—	120	ПЭВ-2 0,08
		II	—	380	ПЭВ-2 0,08
		III	—	820	ПЭВ-2 0,08
$Тр_4$	Сталь Э310, Ш12×24	I	—	650	ПЭВ-2 0,35
		II	—	1 000	ПЭВ-2 0,11
$Тр_5$	Феррит М2000НМ-11 Ш4×4	I	—	370	ПЭВ-2 0,12
		II	—	75	ПЭВ-2 0,12
$Тр_6$	Сталь Э310, Ш4×6	I	—	350	ПЭВ-2 0,12
		II	—	35	ПЭВ-2 0,3
$Тр_7$	Феррит М2000НМ-7, две П-образных половины круглого сечения диаметром 12 *мм*. Высота каждой половины 28 *мм*, ширина 40 *мм*	I	1—2	46	ПЭВ-2 0,35
			2—3	62	ПЭВ-2 0,19
			3—4	150	ПЭВ-2 0,19
		II	5—6	15	ПЭВ-2 0,19
		III	7—8	2 000	ПВ-2 0,12

Примечание. Обмотку *II* трансформатора $Тр_1$ и обмотку *I* трансформатора $Тр_2$ наматывают в два провода. Средние точки обмоток образуют, соединяя конец одного провода с началом второго. Обмотку *III* трансформатора $Тр_7$ наматывают рядовой многослойной намоткой шириной 6 *мм* и внутренним диаметром 22 *мм* поверх обмотки *I* этого трансформатора.

Перед началом налаживания телевизора, как обычно, проверяют его монтаж. Узлы телевизора регулируют в следующей последовательности: блок строчной развертки, кадровой размертки; видеоусилитель, УПЧ изображения, канал звукового сопровождения (УНЧ налаживать не требуется). При правильной регулировке блока строчной развертки и канала изображения синхронизация изображения должна быть устойчивой и узел синхронизации в какой-либо настройке не нуждается. При настройке телевизора пользуются прибором ПНТ-3М, Х1-7, Х1-19, осциллографом С1-5, ламповым вольтметром ВК7-3 или аналогичными приборами.

Налаживание блока строчной развертки начинают с блокинг-генератора. Предварительно нужно отсоединить коллекторы транзисторов T_{13} и T_{14}. Отпаяв их, соединяют вход вертикального усилителя осциллографа с коллектором транзистора T_{12} и, вращая движки переменных резисторов R_{92} и R_{94}, добиваются, чтобы частота колебаний

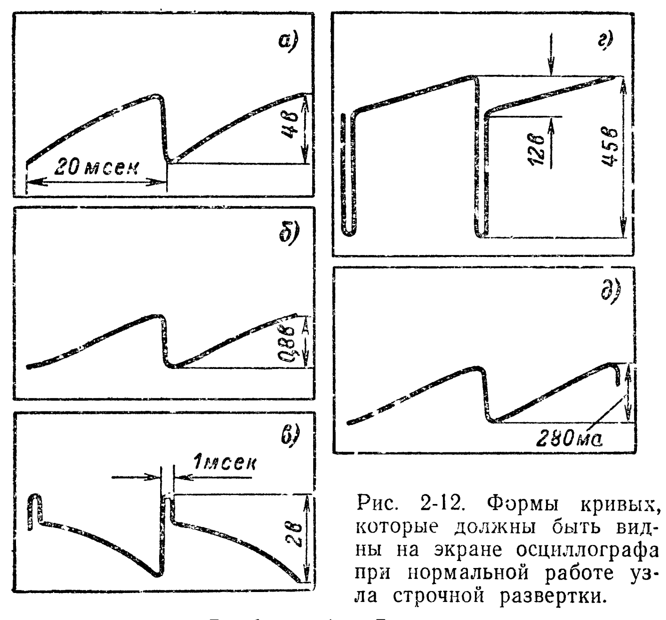


Рис. 2-12. Формы кривых, которые должны быть видны на экране осциллографа при нормальной работе узла строчной развертки.

а — на коллекторе T_{12}; *б* — на базе T_{13}; *в* — на коллекторе T_{13}; *г* — между базой и эмиттером T_{14}; *д* — между эмиттером T_{14} и шасси.

блокинг-генератора была примерно равна 15,6 *кгц*. При нормальной работе блокинг-генератора с этой частотой кривая на экране осциллографа будет иметь вид рис. 2-12,*а*. Отсутствие кривой на экране осциллографа показывает, что блокинг-генератор не возбуждается. В этом случае нужно поменять местами выводы обмотки *II* трансформатора $Тр_5$. Так как на базу транзистора T_{13} подается лишь часть импульса блокинг-генератора, то при подключении к ней входа вертикального усилителя осциллографа вид кривой на его экране изменится в соответствии с рис. 2-12, *б*.

При регулировке промежуточного каскада строчной развертки ток коллектора транзистора T_{13} не должен превышать 30 *ма*. Поэтому на время налаживания этого каскада между отпаянным коллектором T_{13} и выводом обмотки *II* трансформатора Tp_6 включают миллиамперметр постоянного тока на 50—100 *ма*, по которому контролируют коллекторный ток T_{13} Когда вертикальный усилитель осциллографа присоединен к коллектору T_{13} и промежуточный каскад работает нормально, осциллограмма на экране осциллографа должна иметь форму, показанную на рис. 2-12,*в*.

Окончив настройку промежуточного каскада, удаляют из коллекторной цепи T_{13} миллиамперметр, присоединяют на место временно отпаянный вывод коллектора T_{13}, подключают к коллектору T_{14} и выводу обмотки *II* трансформатора Tp_6 амперметр постоянного тока на 1 *а* и переходят к регулировке выходного каскада строчной развертки. Во время этой операции следят по амперметру, чтобы ток через транзистор T_{14} не превышал 400 *ма*. Сначала подключают потенциальный («горячий») щуп вертикального усилителя осциллографа к базе T_{14}, а заземленный («холодный») — к эмиттеру этого транзистора. Кривая, появившаяся на экране осциллографа, должна иметь форму, показанную на рис. 2-12, *г*. Затем переносят потенциальный щуп на эмиттер T_{14}, а заземленный — на шасси телевизора. Тогда кривая должна принять вид, изображенный на рис. 2-12, *д*.

После проверки формы импульсов на эмиттере T_{14}, не меняя подключения вертикального усилителя осциллографа, включают его генератор временных меток и по меткам на осциллограмме подгоняют длительность импульса обратного хода, подбирая конденсаторы C_{76} и C_{77}. Протяженность импульса должна составлять 13—14 *мксек*. На этом налаживание блока строчной развертки заканчивается.

Обращаем внимание читателей, что при налаживании и проверке блока ни в коем случае нельзя контролировать наличие высокого напряжения, создавая искру между проводом, несущим это напряжение к кинескопу, и шасси. Так можно поступать, только если в выходном каскаде строчной развертки работает лампа. Когда в каскаде применен транзистор, то при такой проверке он неминуемо выйдет из строя В случае необходимости наличие высокого напряжения в описываемом (или другом транзисторном) телевизоре можно проконтролировать при помощи электростатического киловольтметра C_{96} или аналогичного. Нормально величина высокого напряжения в данном телевизоре должна составлять 8—9,5 *кв*.

Регулировка блока кадровой развертки сводится к проверке форм напряжений и токов в различных местах блока на соответствие с осциллограммами, изображенными на рис. 2-13, и подгонке режимов работы транзисторов T_8—T_{10} в том случае, если они отличаются от указанных в табл. 2-6 Отсутствие пилообразного напряжения на эмиттере T_8 означает, что кадровый блокинг-генератор не возбужда-

Таблица 2-6

Обозначение транзисторов на схеме	Допустимый разброс $B_{ст}$ транзисторов	Режим	
		$I_к$, *ма*	$U_{к.э}$, *в*
T_8	20—40	2	4,5
T_9	30—100	8	6,0
T_{10}	90—80	130	10,0

ется. В этом случае нужно поменять местами выводы обмотки *II* трансформатора $Тр_3$.

Настройка видеоусилителя заключается в проверке формы его частотной характеристики и коэффициента усиления. Для контроля частотной характеристики выходной кабель генератора качающейся частоты (ГКЧ) прибора для настройки телевизора (ПНТ) подключают через электролитический конденсатор емкостью от 5 до 20 *мкф* к базе транзистора $Т_4$ а входной кабель осциллографа ПНТ — к гнезду модулирующего электрода на панели кинескопа, снятой с его цоколя. При помощи переменного резистора R_{10} устанавливают величину

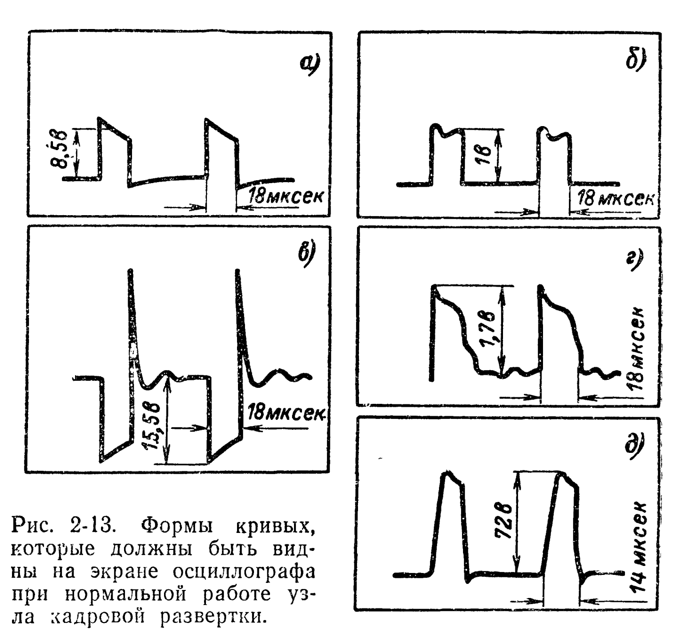


Рис. 2-13. Формы кривых, которые должны быть видны на экране осциллографа при нормальной работе узла кадровой развертки.

а — на эмиттере $Т_8$; *б* — на базе $Т_9$; *в* — на базе $Т_{10}$; *г* — на коллекторе $Т_{10}$; *д* — на кадровых катушках отклоняющей системы.

коллекторного тока транзистора $Т_5$ около 5 *ма* и наблюдают кривую частотной характеристики видеоусилителя на экране осциллографа ПНТ, сравнивая ее с изображенной на рис. 2-14. В случае необходимости подгоняют форму кривой, изменяя индуктивность корректирующих дросселей $Др_4$ и $Др_5$, а также настраивают режекторный контур L_{13} C_{33} на частоту 6,5 *Мгц*. Коэффициент усиления и глубину регулировки контрастности изображения переменным резистором R_{36} проверяют на частоте 1 *Мгц* с помощью генератора стандартных сигналов и лампового вольтметра. Первый должен составлять 36—38 *дб*, а вторая — 12—15 *дб*.

После того как будет окончено налаживание видеоусилителя, приступают к настройке УПЧ изображения, которую начинают с по-

следнего каскада. Перед началом настройки временно отпаивают вывод базы транзистора T_5 и конденсатор C_{18}. Затем подключают выход ГКЧ и ПНТ через конденсатор емкостью от 510 до 5 100 *пф* к базе транзистора T_3, а вход осциллографа ПНТ к базе транзистора T_4. Регулируя положение сердечников катушек L_{10} и L_{11}, а также ротора подстроечного конденсатора C_{22}, добиваются, чтобы вид кривой на экране осциллографа ПНТ соответствовал показанному на рис. 2-15,*а*.

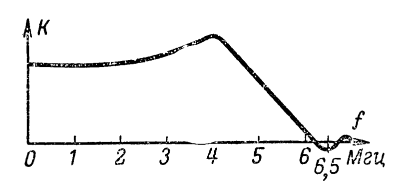


Рис. 2-14. Частотная характеристика видеоусилителя.

Подгонять режим транзистора T_3 по постоянному току ($I_к = 6$ *ма*, $U_{к\,э} = 5$ *в*) не требуется, потому что при установке в каскаде исправных деталей с такими номиналами, какие указаны на принципиальной схеме, этот режим будет получен автоматически.

Потом устанавливают на место временно отсоединенный конденсатор C_{18}, отпаивают от диода $Д_1$ и дросселя $Др_1$ вывод конденсатора C_1 (левый по принципиальной схеме) и, вращая движок переменного резистора R_{44}, добиваются, чтобы коллекторный ток транзистора T_1 был равен 3 *ма*. При таком токе T_1 нужный режим работы транзистора T_2($I_к = 4$ *ма*, $U_{к\,э} = 3$ *в*) будет достигнут без ка-

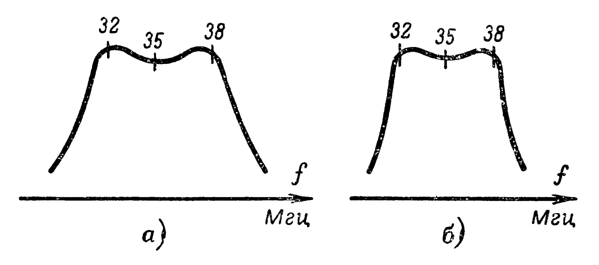


Рис. 2-15. Частотные характеристики УПЧ изображения.

а — третьего каскада; *б* — всех трех каскадов с базы T_1.

кой-либо дополнительной подгонки. Выход ГКЧ ПНТ присоединяют к временно отпаянному выводу конденсатора C_9. Вход осциллографа ПНТ остается подключенным к базе T_4. Вращая сердечники катушек L_8 и L_9, сравнивают кривую, видную на экране осциллографа ПНТ, с изображенной на рис. 2-15,*б*. Когда формы обеих кривых будут примерно одинаковы, настройку можно считать законченной. Возможно, что во время этой настройки окажется необходимым несколько подстроить сердечники L_{10} и L_{11}, а также ротор C_{22}.

После этого, отсоединив вывод ГКЧ ПНТ от вывода конденсатора C_9, припаивают последний к диоду $Д_1$ и дросселю $Др_1$. Ко входу ФСС (конденсатору C_1) вместо выхода ПТК подключают выход ГКЧ ПНТ. Вход осциллографа ПНТ, присоединенный к базе T_4, никуда не переносят. После такой подготовки настраивают ФСС, начи-

ная с регулировки его режекторных контуров, для которой резко увеличивают амплитуду сигнала ГКЧ ПНТ, поступающую на вход ФСС, и ручкой *Масштаб* прибора раздвигают область режектируемых частот на всю ширину экрана электронно-лучевой трубки ПНТ. Первым настраивают контур L_5C_5 на частоту 39,5 *мгц*, предварительно временно удалив сердечник из катушки L_2. Регулировку можно считать оконченной, когда кривая на экране осциллографа ПНТ будет такой же, как на рис. 2-16, *а*. Далее устанавливают на место сердечник катушки L_2 и настраивают остальные режекторные контуры

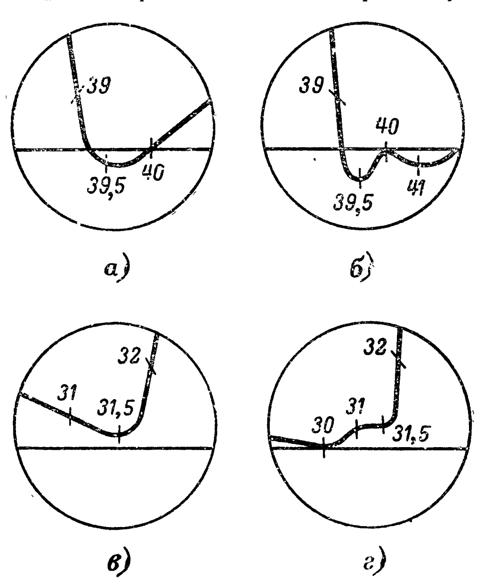


Рис. 2-16. Частотные характеристики областей частот, режектируемых в ФСС контурами.

а — L_5C_5; *б* — L_2C_2: *в* — L_6C_6; *г* — L_3C_3.

ФСС: L_2C_2 — на частоту 41,0 *Мгц*, L_6C_6 — на 31,7 *Мгц* и L_3C_3 — на 30,0 *Мгц*. Формы кривых, которые должны быть видны на экране осциллографа ПНТ при окончании настройки указанных контуров, даны соответственно на рис. 2,16, *б-г*. Пологая площадка, образующаяся между частотами 31,2—31,7 *Мгц* при правильной настройке контуров L_3C_3 и L_6C_6, препятствует возникновению паразитной амплитудной модуляции сигналов звукового сопровождения.

Закончив регулировку режекторных контуров, формируют плоскую часть и склоны частотной характеристики УПЧ изображения, настраивая контуры L_1C_1, L_4C_4 и L_7C_{11} ФСС соответственно на частоты 33,0 *Мгц*, 35,0 *Мгц* и 37,0 *Мгц*. При этой настройке амплитуду выходного сигнала ГКЧ ПНТ уменьшают настолько, чтобы не возникало ограничение его в усилителе ПЧ изображения. Сквозная ча-

стотная характеристика этого усилителя при окончании настройки должна соответствовать рис. 2-17. Возможно, что, для того чтобы несущая ПЧ изображения (38 *Мгц*) оказалась на уровне 0,5 правого склона частотной характеристики, окажется необходимым несколько изменить настройку режекторного контура L_2C_2.

Устройство ГРУ регулируют, присоединив к антенному гнезду телевизора генератор стандартных сигналов (ГСС) Г4-7А или аналогичный. Временно отпаянный выход ПТК подключают обратно ко входу ФСС (конденсатору C_1). На ГСС устанавливают среднюю частоту первого телевизионного канала (53 *Мгц*) и модуляцию прямоугольными импульсами. Для контроля формы импульсов во время регулировки к гнезду модулирующего электрода на панели кинескопа подключают вход вертикального усилителя осциллографа С1-5. Во время регулировки движки переменных резисторов R_7, R_{36} и R_{44} должны находиться в следующих положениях (по принципиальной схеме): R_7 и R_{44} — нижнем, а R_{36} — верхнем. Сначала на тракт изображения телевизора подают от генератора такое напряжение, при котором АРУ не работает, и устанавливают движок переменного резистора R_{10} в такое положение, при котором прямоугольные импульсы на экране осциллографа будут иметь максимальную величину без искажений. Затем увеличивают напряжение генератора на 20 *дб* и, регулируя переменный резистор R_{46}, а также корректируя положение движка R_{10}, опять добиваются максимальных неискаженных прямоугольных импульсов на экране осциллографа. Наконец, стремятся достичь такого же результата, увеличив напряжение генератора еще на 20 *дб* и изменяя усиление ПТК при помощи переменного резистора R_7. На этом настройку устройства АРУ можно считать оконченной.

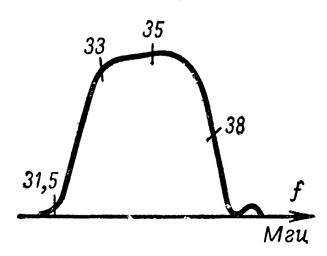


Рис. 2-17. Сквозная частотная харктеристика УПЧ изображения со входа ФСС.

Как уже было сказано, при настройке тракта звукового сопровождения УНЧ обычно налаживания не требует. Может лишь оказаться необходимым поменять местами выводы обмотки *II* трансформатора Tp_1, если усилитель будет возбуждаться. Для регулировки УПЧ звукового сопровождения сначала выход ГКЧ ПНТ подключают к базе транзистора T_4, а вход осциллографа ПНТ через кабель с детекторной головкой — к базе транзистора T_7. Временно замыкают накоротко контур $L_{14}C_{42}$ и, изменяя положение сердечника в катушке L_{12}, добиваются, чтобы кривая на экране осциллографа ПНТ соответствовала кривой на рис. 2-18, *а*. Далее переносят детекторную головку кабеля осциллографа ПНТ на коллектор транзистора T_7 и размыкают контур $L_{14}C_{42}$. Настраивая при помощи сердечников катушки L_{14} и L_{16}, а также корректируя положение сердечника в катушке L_{12}, стремятся получить на экране ПНТ кривую, повторяющую показанную на рис. 2-18, *б*. Затем присоединяют к входному гнезду осциллографа ПНТ кабель без детекторной головки и подключают его к левому (по принципиальной схеме) выводу переменного резистора R_{63} регулировки громкости, не отпаивая последний от конденсатора C_{50} и резистора R_{62}. Выход ГКЧ ПНТ остается там, куда он был подключен ранее, т. е. на базе транзистора T_4. На экране ПНТ

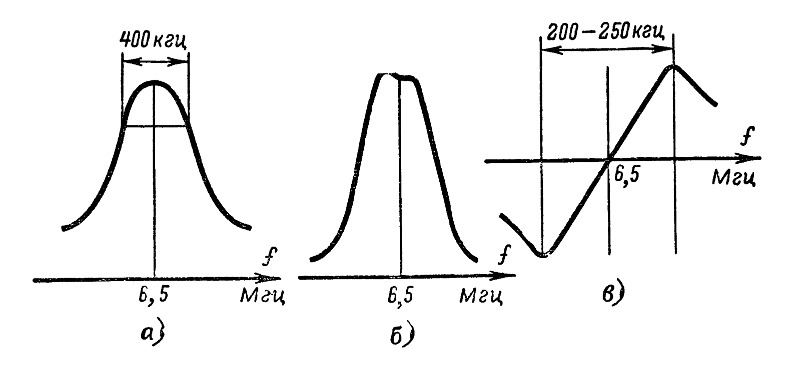


Рис. 2-18. Частотные характеристики тракта звукового сопровождения.

а — первого каскада УПЧ; *б* — первого и второго каскадов УПЧ; *в* — сквозная характеристика до входа УНЧ.

должна появиться S-образная кривая, соответствующая кривой, показанной на рис. 2-18, *в*. Если форма этой кривой будет иная, следует подстроить сердечник катушки L_{16} и переменный резистор R_{56}. Окончательно их корректируют во время приема звукового сопровождения телепередачи по наивысшему подавлению фона паразитной амплитудной модуляции при максимальной громкости звука.

Возможные искривления вертикальных линий изображения устраняют подбором емкостей конденсаторов C_{67} и C_{68}.

«Карманный» телевизор

Телевизор, внешний вид которого показан на рис. 2-19, сконструирован инженером Ю. Реутовым. Он похож на игрушку из-за своих малых размеров (135×100×45 *мм*) и массы (500 г). Размер изображения на экране примененной в нем осциллографической электронно-лучевой трубки составляет всего 30 *мм* по диагонали, а четкость не превышает 150 строк. Тем не менее этот телевизор позволяет своему владельцу следить за ходом передачи. Конечно, ни о каком коллективном просмотре не может быть речи.

Телевизор собран на 15 транзисторах, 14 полупроводниковых диодах и электроннолучевой трубке 3ЛО1И. Для упрощения высокочастотный узел приемника в нем собран по схеме прямого усиления, которая позволяет принимать только телецентры, работающие в первом, втором или третьем телевизионных каналах. По той же причине (для упрощения схемы) телевизор не имеет переключателя каналов и поэтому на нем возможен прием только одного телецентра, выбранного владельцем. Максимальное расстояние от телецентра, на котором возможен прием, равно 3—5 *км*. Для прослушивания звукового сопровождения применен миниатюрный телефон ТМ-2. Провода, идущие от него к телевизору, одновременно выполняют функции приемной антенны.

В корпусе телевизора размещены служащие источником его питания три серебряно-цинковых аккумулятора СЦ-1,5, соединенные последовательно. Телевизор потребляет мощность около 4 *вт* (в том числе почти 3 *вт* на накал электронно-лучевой трубки).

Телевизор имеет малый запас по чувствительности и яркости изображения. Из-за этого, а также чтобы придать телевизору возможно меньшие размеры, он не имеет никаких органов управления, за исключением выключателя питания и ручек подстройки частоты строк и кадров, выведенных под шлиц.

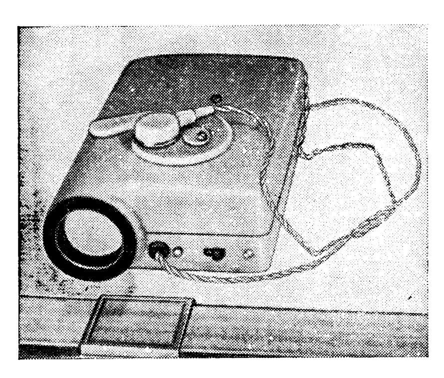


Рис. 2-19. Внешний вид «карманного» телевизора.

Принципиальная схема телевизора показана на рис. 2-20. Его двухкаскадный УВЧ обеспечивает в основном избирательность. Он собран на транзисторах T_1, T_2, включенных по схеме с общей базой (как известно, транзисторные каскады, выполненные по этой схеме, работают наиболее стабильно). С выхода усилителя ВЧ телевизионный сигнал поступает в два амплитудных детектора на диодах $Д_1$ и $Д_2$. Первый из них детектирует сигналы изображения, а второй — сигналы звукового сопровождения, которые выделяются в контуре L_3C_7. Этот контур несколько расстроен относительно несущей частоты поступающих в него сигналов, благодаря этому частотно-модулированные сигналы звукового сопровождения преобразуются в амплитудно-модулированные, которые могут быть продетектированы амплитудным детектором на диоде $Д_2$.

С выхода видеодетектора на диоде $Д_1$ сигналы изображения поступают в трехкаскадный видеоусилитель на транзисторах T_6—T_8, где напряжение этих сигналов доводится до 20 *в*, необходимых для модуляции электронно-лучевой трубки. Для повышения стабильности работы видеусилителя все его транзисторы имеют гальваническую связь между собой и он охвачен глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току по цепи, в которую входят резисторы R_{13} и R_{15}.

Полоса пропускания видеоусилителя сравнительно узка (50 *гц* — 1 *Мгц*), но расширять ее нецелесообразно, так как получить более высокую четкость изображения не удастся из-за несовершенства фокусировки осциллографической электронно-лучевой трубки, используемой в качестве кинескопа (это является общим недостатком таких трубок) и довольно длительного послесвечения ее. Кроме того, при расширении полосы недопустимо повысится энергия, потребляемая телевизором от источника питания. Видеоусилитель по принятой схеме питается напряжением 24 *в* и потребляет ток величиной только 3,5 *ма*. Трехкаскадный УНЧ тракта звукового сопровождения собран на транзисторах T_3—T_5 по такой же схеме, как и видеоусилитель. Для

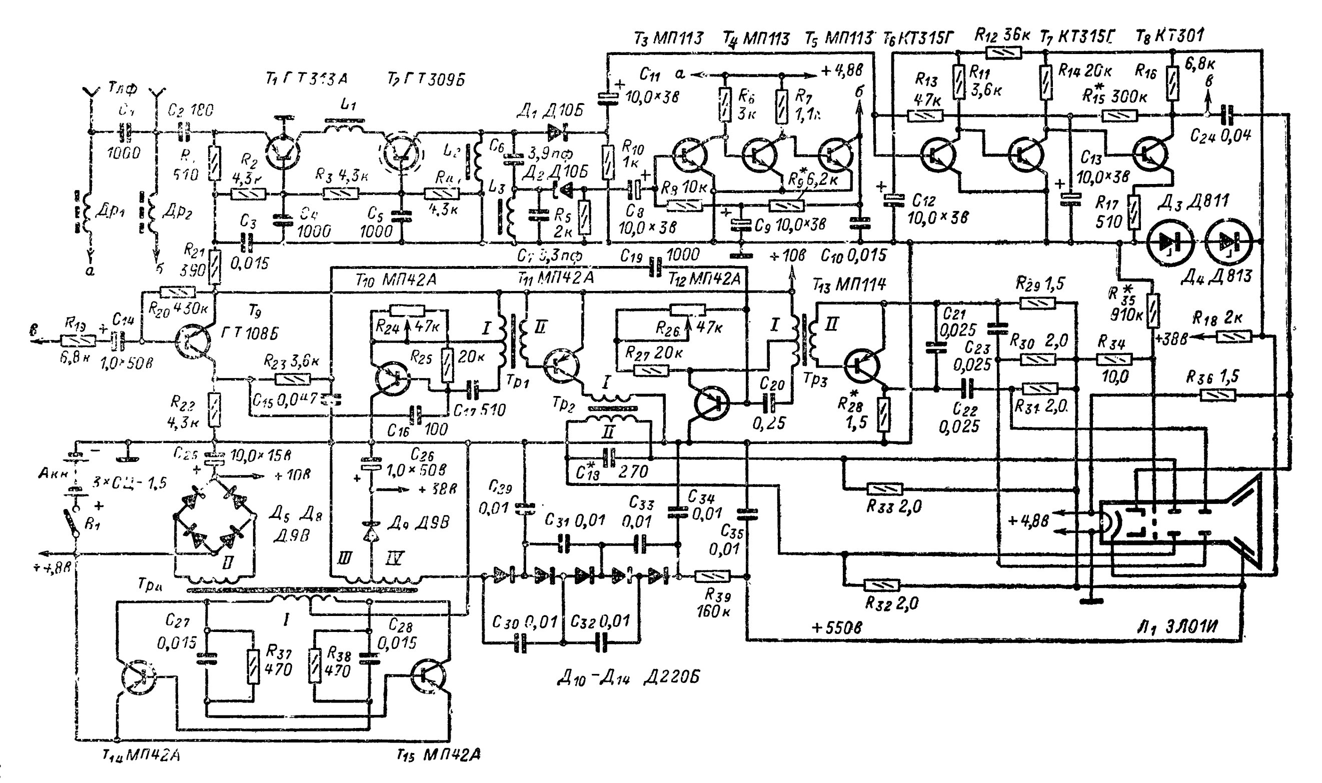


Рис. 2-20. Принципиальная схема «карманного» телевизора.

того чтобы соединительные проводники телефона ТМ-2, которым нагружен усилитель, могли быть использованы в качестве антенны, в их цепь установлены элементы, развязывающие эти проводники по НЧ и ВЧ дроссели $Др_1$, $Др_2$ и конденсаторы C_1, C_2, C_{10}.

Узел синхронизации телевизора состоит только из амплитудного селектора на транзисторе T_9, выполненного по простейшей схеме. Отделение кадровых синхроимпульсов от строчных происходит в однозвенной интегрирующей цепочке $R_{23}C_{15}$.

Блокинг-генераторы, примененные в качестве задающих генераторов строчной и кадровой разверток, собраны соответственно на транзисторах T_{10} и T_{12} по одинаковым стандартным схемам. Ввиду того что в телевизоре установлена осциллографическая электронно-лучевая трубка, где электронный луч отклоняется электростатическим способом, а не магнитным, как в кинескопе, выходные каскады развертывающих устройств построены не по таким схемам, которые мы привыкли видеть в обычных телевизорах. Выходной каскад строчной развертки на транзисторе T_{11} представляет собой эмиттерный повторитель, нагрузкой которого служит обмотка *I* повышающего трансформатора $Тр_2$. Обмотку *II* этого трансформатора при помощи подбора конденсатора C_{18} настраивают в резонанс на строчную частоту, что дополнительно увеличивает пилообразное напряжение, действующее на этой обмотке, подключенной непосредственно к горизонтальным отклоняющим пластинам электронно-лучевой трубки. Пилообразное напряжение кадровой частоты снимается на вертикальные отклоняющие пластины с конденсатора C_{21}, который заряжается во время прямого хода от источника постоянного напряжения 550 *в* через резисторы R_{28}, R_{29}. При прямом ходе транзистор T_{13} выходного каскада кадровой развертки закрыт. Обратный ход этой развертки начинается в момент поступления на базу T_{13} импульса от задающего генератора. Этот импульс открывает транзистор, и конденсатор C_{21} разряжается через него.

При начале разряда C_{21} напряжение на нем и на транзисторе T_{13} составляет около 100 *в*.

Повышенные постоянные положительные напряжения (10, 38, 550 *в*), необходимые для питания различных узлов телевизора, а также второго анода электронно-лучевой трубки получают в двухтактном преобразователе с умножением напряжения, собранном на транзисторах T_{14}, T_{15} Постоянные напряжения в цепях катода и модулятора электронно-лучевой трубки подобраны с таким расчетом, чтобы контрастность и яркость изображения были вполне удовлетворительны.

Детали телевизора смонтированы на трех печатных платах. Две из них, размерами 120×67 *мм*, привинчены к металлической кассете, в которой находятся аккумуляторы. На одной из этих плат размещены преобразователь напряжения, УВЧ и УНЧ звукового сопровождения, а на второй — видеоусилитель и развертывающие устройства. Третья плата размерами 45×25 *мм*, на которой смонтирован амплитудный селектор, расположена между двумя большими. Корпус телевизора составлен из двух половинок, которые выдавлены из разогретого листового винипласта толщиной 1,5 *мм*.

Размеры деталей телевизора должны быть по возможности малыми. Рабочее напряжение конденсаторов C_{28}—C_{33} 160 *в*, C_{34}, C_{35} 400 *в*. Резисторы R_{24} и R_{26} СПО-0,15. Транзисторы телевизора не требуют подбора, за исключением T_{13}, который должен выдерживать обратное напряжение не менее 100 *в*. Транзисторы УВЧ можно заме-

Таблица 2-7

Телевизионные каналы	Катушка L_1		Катушка L_2		Катушка L_3	
	Число витков	Провод	Число витков	Провод	Число витков	Провод
1	12	ПЭЛШО 0,41	13	ПЭЛШО 0,31	11	ПЭЛШО 0,41
2	9	ПЭЛШО 0,41	12	ПЭЛШО 0,41	9	ПЭЛШО 0,41
3	6	ПЭЛШО 0,41	8	ПЭЛШО 0,41	6	ПЭЛШО 0,41

Таблица 2-8

Трансформаторы и дроссели	Сердечник	Обмотки	Число витков	Провод
$Тр_1$	Пермаллой 50Н, Ш3×6	I	350+350	ПЭЛ 0,12
		II	110	ПЭЛ 0,12
$Тр_2$	То же	I	350	ПЭВ-1 0,06
		II	2500	ПЭВ-1 0,06
$Тр_3$	»	I	1 200+1 200	ПЭВ-1 0,06
		II	390	ПЭВ-1 0,06
$Тр_4$	Ферритовое кольцо 1000НН К20×10×5	I	15+15	ПЭЛШО 0,41
		II	20	ПЭЛШО 0,41
		III	100	ПЭЛШО 0,12
		IV	200	ПЭЛШО 0,12
$Др_1$, $Др_2$	Подстроечные стержни броневых сердечников фильтров ПЧ приемников «Юпитер», «Нейва», «Сигнал».	—	50	ПЭЛШО 0,16

нить П416, развертывающих устройств (кроме T_{13}) и преобразователя — МП39—МП41.

Катушки L_1, L_2, L_3 наматывают в один слой виток к витку на пластмассовых каркасах диаметром 3 и длиной 9 *мм*. Они настраиваются сердечниками из феррита 600НН диаметром 2,3 и длиной 9 *мм* и размещены в прямоугольных экранах размерами 9×9×14 *мм*. Намоточные данные этих катушек приведены в табл. 2-7, а трансформаторов и дросселей — в табл. 2-8.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ЗВУКОЗАПИСЬ И ЭЛЕКТРОАКУСТИКА

Усилитель для воспроизведения грамзаписи

Трехламповый усилитель для воспроизведения грамзаписи сконструирован инженером Г. Крыловым. Выходная мощность его 6 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 3% и 4 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 1%. Рабочий диапазон частот от 25 *гц*

до 16 *кгц* при неравномерности частотной характеристики 1 *дб*. Чувствительность усилителя 170 *мв*, уровень фона 55 *дб*. Работает он на два последовательно соединенных громкоговорителя 5ГД-10 с сопротивлением звуковых катушек 10 *ом*. Усилитель (рис. 3-1) — двухкаскадный. Каскад предварительного усиления собран на лампе $Л_1$, а усилителя мощности — на лампах $Л_2$, $Л_3$. Сигнал с регулятора громкости R_1 поступает на управляющую сетку лампы $Л_1$, усиливается ею

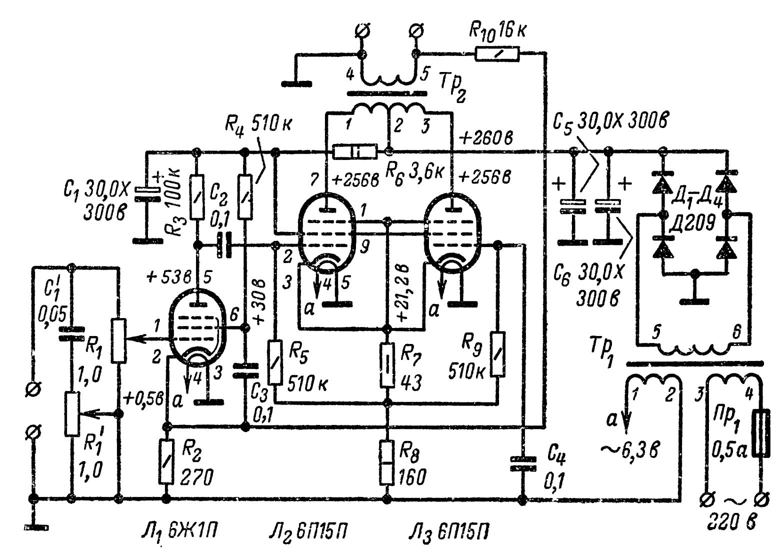


Рис. 3-1. Принципиальная схема усилителя.

и через конденсатор C_2 проходит на управляющую сетку лампы $Л_2$. На управляющую сетку лампы $Л_3$ поступает сигнал с катода лампы $Л_2$.

Данную схему целесообразно использовать только с лампами, имеющими большую крутизну и работающими при малом напряжении возбуждения. Из ламп широкого применения этим требованиям удовлетворяет лампа 6П15П, которая применена в усилителе.

Для уменьшения нелинейных искажений и снижения выходного сопротивления усилитель охвачен отрицательной обратной связью глубиной 14 *дб*. Напряжение обратной связи снимается со вторичной обмотки выходного трансформатора и через резистор R_{10} подается на катод лампы $Л_1$.

Выходной трансформатор собран на сердечнике из пластин Ш26, толщина набора 26 *мм*, окно 13×39 *мм*. Его первичная обмотка содержит 1 200×2 витков провода ПЭВ-2 0,19, а вторичная 88×3 витков провода ПЭВ-2 0,47. Порядок соединения секций обмоток выходного трансформатора показан на рис. 3-2 и 3-3.

Выпрямитель выполнен по обычной мостовой схеме на диодах $Д_1$—$Д_4$. Силовой трансформатор собран на сердечнике из пластин

Ш32, толщина набора 32 *мм*, окно 16×48 *мм*. Сетевая обмотка содержит 880, а анодная 890 витков провода ПЭЛ 0,33. Накальная обмотка содержит 28 витков провода ПЭЛ 0,8.

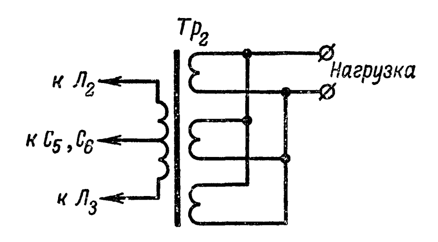


Рис. 3-2 Схема соединения обмоток выходного трансформатора.

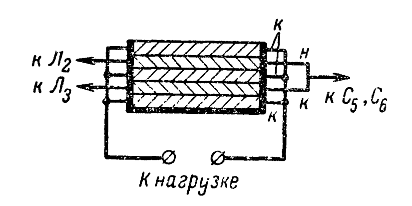


Рис. 3-3. Порядок намотки обмоток выходного трансформатора.

Усилитель смонтирован на алюминиевом шасси размером 240×92×53 *мм*. Первый каскад усилителя должен быть максимально удален от силового и выходного трансформаторов, а корпус потенциометра R_1 соединен с шасси. Расстояние между силовым и выходным трансформаторами должно быть не менее 15 *мм*, а оси их катушек взаимно перпендикулярны.

Налаживание усилителя сводится к установке нужной глубины обратной связи с помощью подбора сопротивления резистора R_{10}. Если усилитель возбуждается, то выводы вторичной обмотки выходного трансформатора следует поменять местами. Мостовый выпрямитель можно заменить селеновым АВС-120-270, а конденсаторы C_5, C_6 — одним конденсатором емкостью 150 *мкф* и рабочим напряжением 300 *в*.

Стереофонический усилитель с акустической системой

Предлагаемый вниманию читателей стереофонический усилитель, разработанный радиолюбителем В. Колосовым, был удостоен специального приза на XXIV Всесоюзной юбилейной радиовыставке, проходившей в Москве в мае 1970 г. При работе над усилителем автор стремился создать сравнительно простой, экономичный и надежный аппарат для высококачественного воспроизведения всевозможных стереофонических программ.

Усилитель рассчитан на работу от звукоснимателя, электропроигрывающего устройства, радиоприемника и магнитофона. Чувствительность со входа звукоснимателя и радиоприемника 0,12 *в*, со входа магнитофона 0,2 *в* при входном сопротивлении соответственно 500 и 10 *ком*. Номинальная выходная мощность каждого канала усилителя 10 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 0,6%, максимальная мощность 15 *вт*. Динамический диапазон равен 76 *дб* при номинальной чувствительности 0,25 *в*. Рабочий диапазон частот 0—20 000 *гц* при неравномерности частотной характеристики на краях диапазона ±1 *дб*. Пределы регулировки тембра на частоте 100 *гц* от +14 до —10 *дб*, а на частоте 10 000 *гц* — от +10 до —14 *дб*. Глубина регулировки уровня составляет 60 *дб*, коэффициент переходного затухания 50 *дб*, коэффициент демпфирования 24 *дб*.

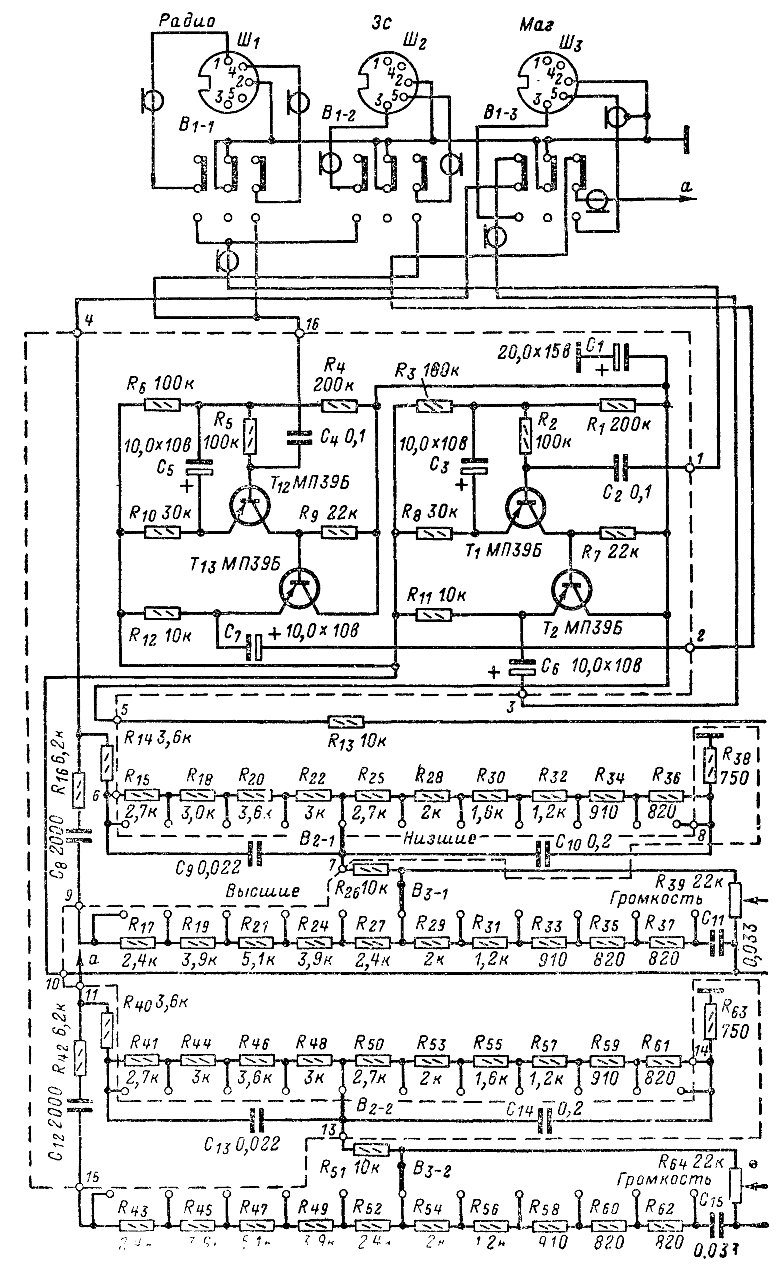
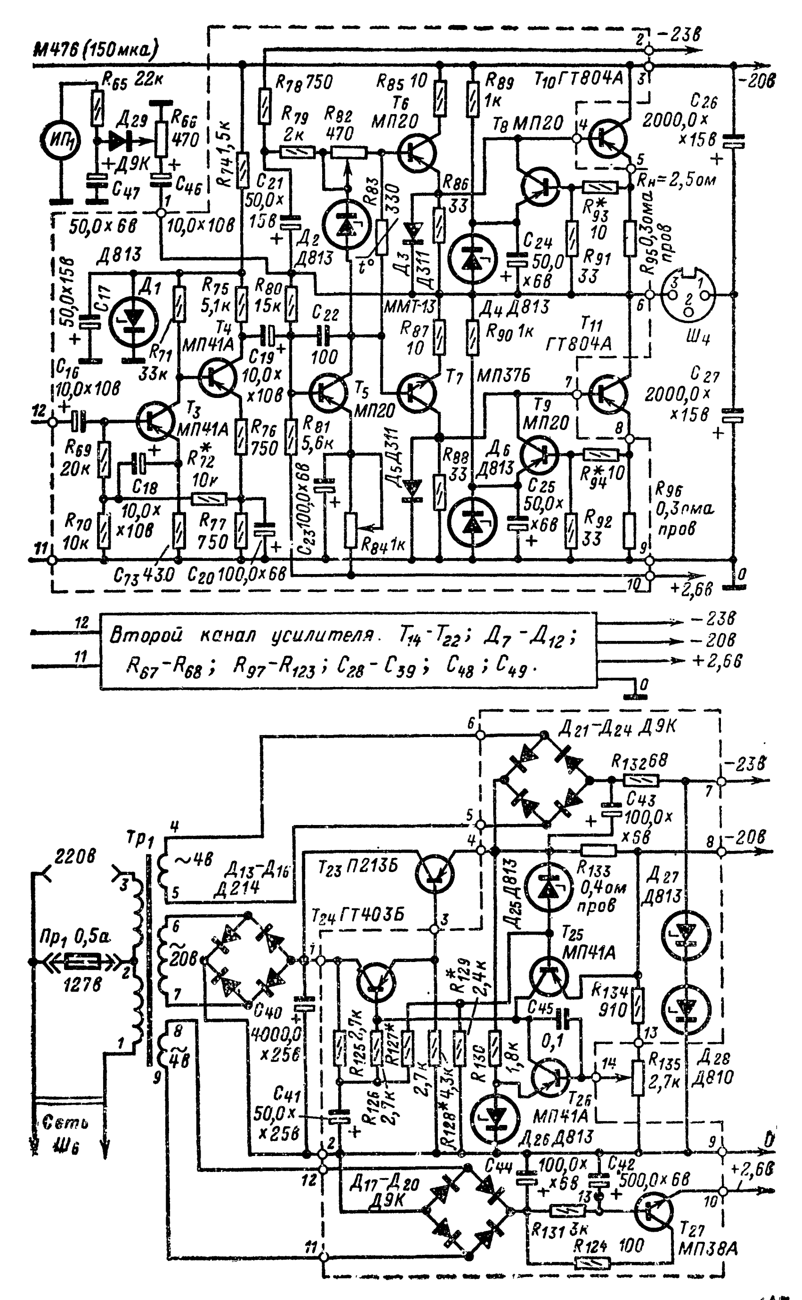


Рис. 3-4. Принципиальная схема усилителя.



М476 (150мка)
Второй канал усилителя. T_{14}-T_{22}; $Д_7$-$Д_{12}$; R_{67}-R_{68}; R_{97}-R_{123}; C_{28}-C_{39}; C_{48}; C_{49}.
-23в
-20в
+2,6в
Сеть Ш6

Питается усилитель от сети переменного тока напряжением 127 и 220 *в*. Размеры его 242×183×83 *мм*, масса 4 *кг*.

Принципиальная схема. Стереофонический усилитель (рис. 3-4) состоит из входного устройства, двух предварительных УНЧ с системой ступенчатой регулировки тембра, двух усилителей мощности и стабилизированного источника питания с устройством защиты при коротких замыканиях в нагрузке.

Входное устройство включает разъемы для работы усилителя от радиоприемника, звукоснимателя и магнитофона и переключатель источников программ.

Предварительный усилитель выполнен по двухканальной схеме. Каждый канал содержит два каскада усиления, выполненных на транзисторах T_1, T_2 и T_{12}, T_{13}. Предварительный усилитель повышает входное сопротивление устройства. Он подключается к основному усилителю при работе от радиоприемника и звукоснимателя. При работе от магнитофона сигнал с линейного выхода магнитофона поступает непосредственно на систему регулировки тембра, минуя каскады предварительного усиления.

Регуляторы тембра выполнены по схеме с раздельной ступенчатой регулировкой по низшим и высшим звуковым частотам. Делители регуляторов тембра состоят из резисторов R_{14}—R_{38} и R_{40}—R_{63} и конденсаторов C_8—C_{11} и C_{12}—C_{15}. Шаг регулировки 2—3 *дб*, разбаланс частотных характеристик между каналами не более 1 *дб*, коэффициент передачи регулятора 20 *дб*. Непосредственно за регуляторами тембра включены переменные резисторы R_{39} и R_{64}, выполняющие функции регуляторов громкости.

Усилители мощности выполнены по двухтактной бестрансформаторной схеме с раздельным питанием оконечного и предоконечного каскадов. Входные ступени усилителя мощности собраны на транзисторах T_3, T_4 и T_{14}, T_{15}. Их входное сопротивление 20 *ком*, выходное 5 *ком*, коэффициент передачи по напряжению 3 при сопротивлении нагрузки 30 *ом*.

Предоконечные каскады усилителя мощности питаются от повышенного напряжения 23 *в*. Такая схема позволяет уменьшить потребляемую усилителем мощность и резко снизить мощность, рассеиваемую усилителем в виде тепла, и таким образом облегчить режим работы выходных транзисторов. Для защиты выходных транзисторов T_{10}, T_{11} и T_{21}, T_{22} от перегрузки в цепи их баз включены транзисторы T_8, T_9 и T_{19}, T_{20}, работающие в ключевом режиме. Как только ток эмиттера транзисторов T_{10}, T_{11} и T_{21}, T_{22} достигает 3 *а*, транзисторы защиты открываются и шунтируются цепи баз выходных транзисторов. Такая блокировка делает усилитель нечувствительным к короткому замыканию в нагрузке даже при максимальном сигнале. Безопасен для усилителя и режим отключения нагрузки.

Температурная стабильность рабочих точек выходных транзисторов обеспечивается терморезисторами R_{83} и R_{111}, имеющими тепловой контакт с радиаторами. Для повышения термостабильности транзисторов предоконечных каскадов усилителя в цепи их эмиттеров подается положительный потенциал, компенсирующий падение напряжения на резисторах R_{68}, R_{87}.

Все каскады усилителя мощности охвачены отрицательной обратной связью. Глубина связи составляет 20 *дб*.

Индикаторы уровня сигнала $ИП_1$ и $ИП_2$ подключены к выходным цепям усилителя мощности. Время интегрирования 250 *мксек*, время обратного хода 3 *сек*.

Блок питания стереофонического усилителя имеет защиту от короткого замыкания в нагрузке. Он состоит из двух низковольтных источников напряжения, выполненных на диодах $Д_{17}$—$Д_{20}$ и $Д_{21}$—$Д_{24}$, и мощного стабилизатора напряжения. Напряжение, выпрямленное диодами $Д_{13}$—$Д_{16}$, стабилизируется составным эмиттерным повторителем, собранным на транзисторах $Т_{23}$, $Т_{24}$. Напряжение на базе составного транзистора определяет выходное напряжение стабилизатора. Оно может регулироваться подстроечным резистором R_{135}. Если ток в нагрузке возрастает до 2 *а*, диод $Д_{25}$ открывает транзистор $Т_{25}$ и напряжение на выходе стабилизатора уменьшается. При коротком

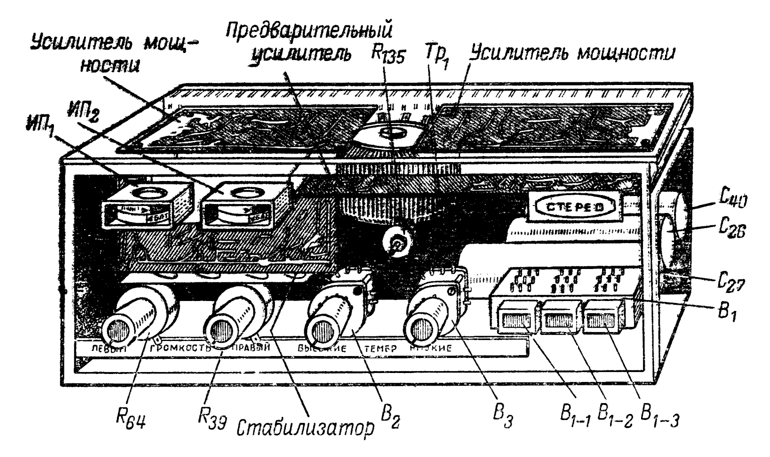


Рис. 3-5. Размещение деталей в корпусе усилителя.

замыкании в цепях питания напряжение на выходе стабилизатора становится ниже напряжения на базе транзистора $Т_{25}$. Он начинает работать в режиме насыщения и напряжение на базе транзистора $Т_{24}$ резко падает. Аналогичный стабилизатор был использован Л. Ривкиным и Н. Галиным в их стереофоническом усилителе с УКВ приемником (см. «Радио», 1968, № 11). Но в отличие от конструкции Л. Ривкина и Н. Галина смещение на базу транзистора защиты $Т_{25}$ подается не с конденсатора фильтра, а из базовой цепи транзистора $Т_{24}$. Этот стабилизатор можно отрегулировать таким образом, что после устранения аварийного режима он автоматически возвращается в нормальное рабочее состояние. Максимальный ток стабилизатора 2 *а*, ток короткого замыкания 20 *ма*.

Конструкция и детали. Все узлы стереофонического усилителя размещены в сборном деревянном корпусе. На передней панели корпуса (рис. 3—5) укреплены индикаторы уровня выходного сигнала и кнопочный переключатель входов. Сюда же выведены ручки двух раздельных регуляторов громкости и регуляторов тембра высших и низших звуковых частот. На задней стенке (рис. 3-6) размещены радиаторы выходных транзисторов, транзистора стабилизатора питания, а также переключатель напряжения сети и гнезда для подключения внешних источников программ и звуковых колонок.

Весь монтаж усилителя выполнен на четырех печатных платах, изготовленных из гетинакса толщиной 2 *мм*. На первой плате (рис. 3-7) смонтирован предварительный усилитель, на второй и третьей (рис. 3-8) — усилители мощности и на четвертой (рис. 3-9) — стабилизатор напряжения. Платы усилителей мощности и стабилизатора закреплены на шасси из листового алюминия толщиной 1,5 *мм*. На этом же шасси укреплены тороидальный трансформатор $Тр_1$, выпрямительные диоды стабилизатора $Д_{13}$—$Д_{16}$, радиаторы, разъемы и электролитические конденсаторы C_{26}—C_{27}, C_{38}—C_{39} и C_{40}. Конденсатор C_{42} размещен под левым индикатором уровня выходного сиг-

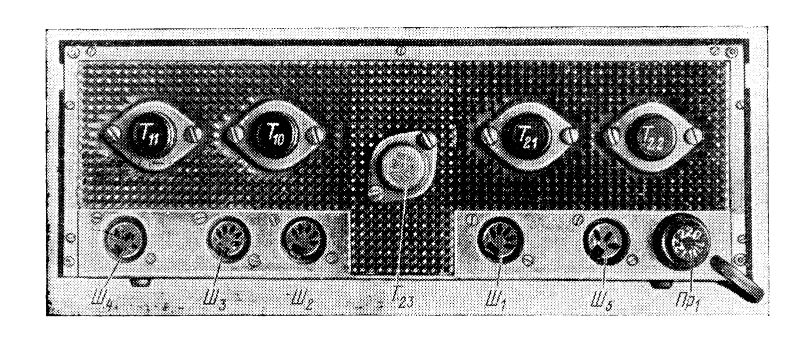


Рис. 3-6. Задняя стенка корпуса усилителя.

нала $ИП_1$ (см. рис. 3-5). К стенке шасси на четырех стойках прикреплена передняя панель, изготовленная из листового дюралюминия толщиной 5 *мм*. Кроме указанных выше органов управления на этой панели установлена плата предварительного усилителя.

Все мощные транзисторы $Т_{23}$, $Т_{10}$, $Т_{11}$ и $Т_{21}$, $Т_{22}$ закреплены на одном радиаторе игольчатого типа и изолированы от него слюдяной прокладкой толщиной 0,05 *мм*. К радиатору между выходными транзисторами приклеены герморезисторы R_{83} и R_{111}. Размеры радиатора 220×50 *мм*. Выпрямительные диоды $Д_{13}$—$Д_{16}$ установлены на пластинчатом радиаторе размером 30×100 *мм*, размещенном на нижней стенке шасси, около платы стабилизатора. Оба радиатора имеют тепловой и электрический контакт с шасси усилителя. Вместо выходных транзисторов, указанных на схеме, можно использовать транзисторы ГТ-906.

Для регуляторов громкости в стереофоническом усилителе использованы переменные резисторы СПЗ-12 с кривой изменения сопротивления типа В. Для регуляторов тембра применены переключатели 11П2НМП, а для переключателя источников внешних программ — кнопочный переключатель рода работ от магнитофона «Яуза-10». Индикаторами уровня выходного сигнала служат измерительные приборы М476. Для этой цели можно использовать и любой индикатор уровня записи для магнитофона чувствительностью до 150 мка. Переменные резисторы R_{66}, R_{68}, R_{82}, R_{84}, R_{110} и R_{112} типа СПЗ-16. Проволочные резисторы в выходных каскадах усилителя мощности можно намотать манганиновым проводом диаметром 0,3 *мм*.

9—237

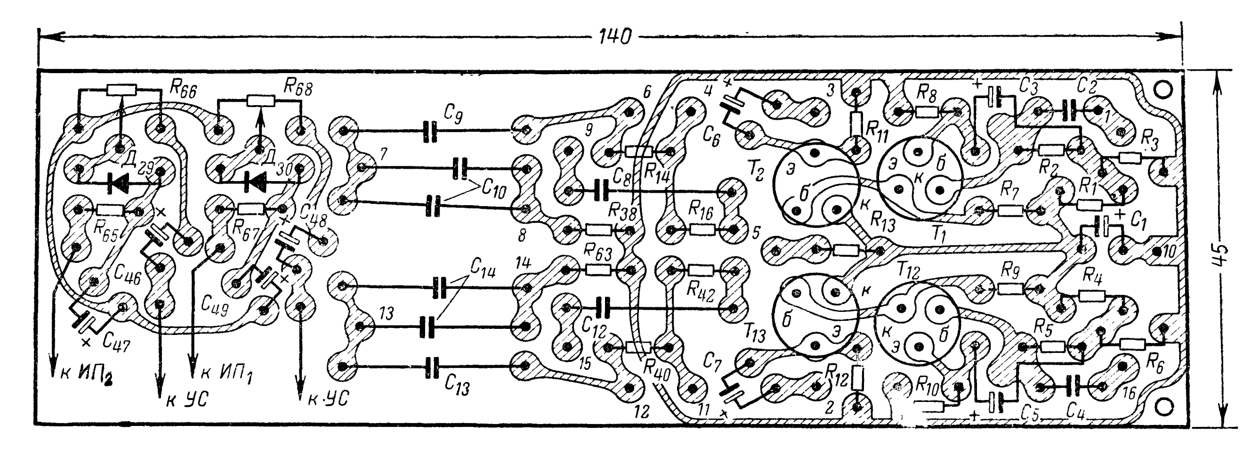


Рис. 3-7. Монтажная плата предварительного усилителя.

Силовой трансформатор выполнен на витом сердечнике ОЛ32×32×50 *мм.* Его сетевая обмотка *1-2* содержит 1 350 витков провода ПЭВ-2 0,31, обмотка *2-3* — 980 витков провода ПЭВ-2 0,23. Обмотка *6-7* состоит из двух параллельно включенных секций, каждая из которых содержит 210 витков провода ПЭВ-2 0,8. Обмотки *4-5* и *8-9* содержат по 43 витка провода ПЭВ-2 0,1.

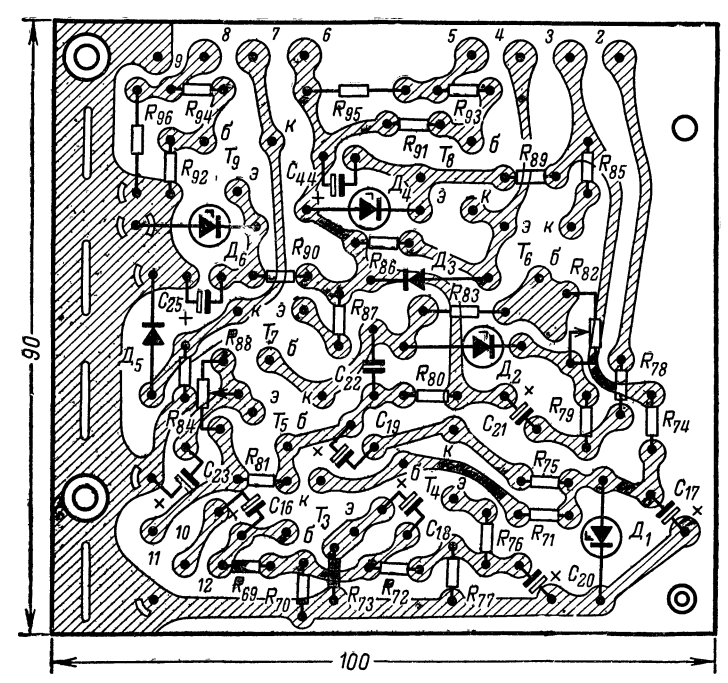


Рис. 3-8. Монтажная плата усилителя мощности.

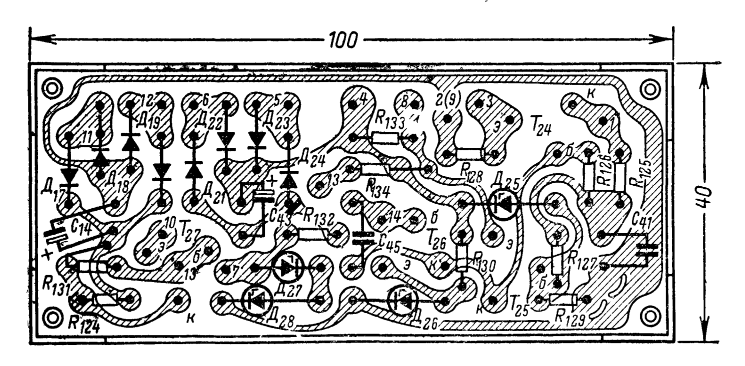


Рис. 3-9. Монтажная плата стабилизатора.

Акустическая система усилителя состоит из двух звуковых колонок, в каждой из которых установлено по пять громкоговорителей: два 4ГД-4 и по одному 6ГД-1 РРЗ, 3ГД-15 и 1ГД-3 РРЗ. Схема соединения громкоговорителей одной колонки показана на рис. 3-10. Ящики колонок имеют размеры 160×940×540 *мм*, они склеены из древесно-стружечных плит толщиной 20 *мм*. Задняя стенка представляет собой панель акустического сопротивления, в ней просверлено 360 отверстий диаметром 12 *мм*. Изнутри ящик оклеен полиуретановым ковриком, имеющим отверстия, соосные отверстиям в задней стенке колонки. Взаимное расположение громкоговорителей на лицевой панели практического значения не имеет. Для магнитной системы громкоговорителя 6ГД-1 в задней стенке прорезано отверстие, закрытое сверху пластмассовым колпаком. Таким же колпаком закрыт громкоговоритель 3ГД-15. Громкоговоритель 1ГД-3 размещен в колонке коаксиально одному из громкоговорителей 4ГД-4.

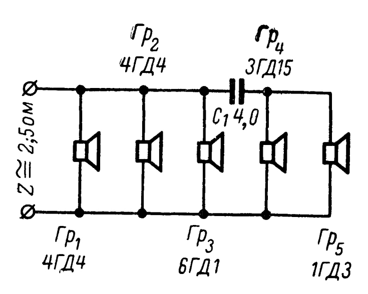


Рис. 3-10. Схема соединения громкоговорителей акустической системы усилителя.

Налаживание усилителя начинают с проверки работы стабилизатора напряжения питания. Для этого, включив стабилизатор в сеть переменного тока, потенциометром R_{135} устанавливают номинальное напряжение стабилизации, указанное на принципиальной схеме. Далее, включив в цепь нагрузки реостат с амперметром, измеряют максимальный ток и ток короткого замыкания. Как указывалось выше, их величины должны составлять соответственно 2 *а* и 20 *ма*. При отсутствии короткого замыкания напряжение на выходе стабилиза-

Таблица 3-1

Обозначение на схеме	$U_к$, *в*	$U_б$, *в*	$U_э$, *в*
T_1, T_2	—	—	2,2
T_2, T_{13}	7,2	—	5,1
T_3, T_{14}	—	0,2	0,11
T_4, T_{15}	6,6	—	1,5
T_5, T_{16}	9,6	—	0,7
T_6, T_{17}	20,0	—	10,2
T_7 T_{18}	0,2	9,6	10,0
T_9, T_{20}	0,2	0	0,7
T_{10}, T_{21}	20,0	10,2	10,0
T_{11}, T_{22}	10,0	0,2	0
T_{23}	26,0	20,2	20,0
T_{24}	26,0	20,4	20,2
T_{25}	20,4	19,3	20,0
T_{26}	20,4	13,4	13,3
T_{27}	+4,5	—	+2,6

тора должно автоматически восстанавливаться до нормальной величины.

Убедившись в работоспособности стабилизатора, можно включить усилитель и приступить к его регулировке. Для этого в коллекторную цепь транзистора усилителя мощности T_{10} следует включить миллиамперметр и переменным резистором R_{82} установить ток холостого хода равным 50 *ма*, а резистором R_{84} напряжение на средней точке *A* усилителя, равным половине напряжения питания. Затем те же операции следует повторить для второго канала. В заключение необходимо проверить режимы транзисторов. При отсутствии ошибок в монтаже напряжения на электродах транзисторов должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 3-1, а параметры усилителя — параметрам, указанным в начале статьи.

Эстрадный усилитель

В настоящее время редкий эстрадный ансамбль обходится без электронных музыкальных инструментов: электрогитар, электролин, органов, адаптеризованных инструментов. Качество звучания всех этих инструментов в значительной степени определяется параметрами усилительного устройства, совместно с которым они работают. Усилитель для электронных музыкальных инструментов должен иметь достаточно большую выходную мощность, малый коэффициент нелинейных искажений, широкий диапазон рабочих частот. Этим требованиям в полной мере отвечает эстрадный усилитель, сконструированный радиолюбителем О. Стрельцовым.

Усилитель О. Стрельцова может работать от электрогитар, клавишных электронных музыкальных инструментов и от различных типов микрофонов. Одновременно усилитель может усиливать сигналы от двух электрогитар, от одной электрогитары и микрофона или от двух электрогитар и микрофона. В корпусе усилителя смонтирован двухпружинный ревербератор, позволяющий получить эхо-эффект при работе от электрогитар и микрофона.

Выходная мощность усилителя 55 *вт* при сопротивлении нагрузки 10 *ом*. Коэффициент нелинейных искажений на частоте 1 *кгц* при выходной мощности 10 *вт* менее 1%, а при выходной мощности 55 *вт* менее 5%. Полоса рабочих частот 30—20 000 *гц* при неравномерности на краях диапазона $\pm 2{,}5$ *дб*. Регулировка тембра раздельная по высшим и низшим звуковым частотам. Пределы регулировки на частоте 75 *гц*+12—15 *дб*, а на частоте 12 *кгц* + 12—10 *дб*. Чувствительность усилителя с микрофонного входа 1 *мв*, со входа первой электрогитары 35 *мв*, со входа второй электрогитары 45 *мв*, с дополнительного входа, рассчитанного на подключение клавишного электромузыкального инструмента, 500 *мв*.

Питается эстрадный усилитель от сети переменного тока напряжением 127 и 220 *в*. Габариты его 445×165×265 *мм*, масса 16 *кг*.

Электрическая схема. Эстрадный усилитель (рис. 3-1) состоит из восьми функционально-законченных блоков: шести усилительных блоков, блоков сумматора сигналов и стабилизатора. Выходные транзисторы, ревербератор и выпрямитель с силовым трансформатором и конденсаторами фильтра смонтированы вне блоков.

Блоки усилителей для электрогитар выполнены по идентичным схемам на транзисторах T_1—T_3 и T_4—T_6. Первые каскады усилителей собраны по схеме с общим эмиттером на транзисторах T_1 и T_4. Напряжения сигналов на базы этих транзисторов поступают через

RC-цепочки $R_{161}C_{76}$ и $R_{162}C_{77}$. Сюда же с делителей R_4, R_5 и R_{32}, R_{33} через резисторы R_3 и R_{31} подается напряжение смещения. Оба каскада охвачены отрицательной обратной связью. Напряжение обратной связи снимается с незашунтированных конденсаторами резисторов R_7 и R_{35} и через конденсаторы C_2 и C_{18} подается в цепи смещения транзисторов T_1 и T_4. Обратная связь увеличивает устойчивость каскадов и повышает их входное сопротвиление.

С коллекторной нагрузки транзистора T_1 усиленные сигналы через конденсатор C_3, контакты переключателя B_1 поступают на регулятор усиления R_9, а затем на базу транзистора T_2 второго каскада усилителя первой электрогитары. В правом положении подвижного контакта переключателя B_1 на регулятор усиления поступает сигнал с дополнительного входа, рассчитанного на подключение любого клавишного электромузыкального инструмента. В усилителе второй электрогитары переключатель отсутствует и сигнал с коллекторной нагрузки транзистора T_4 поступает непосредственно на регулятор усиления R_{37} и далее на базу транзистора T_5 второго каскада усилителя. Между вторыми и третьими каскадами усилителей включены раздельные регуляторы тембра высших и низших звуковых частот. Потенциометры R_{18} и R_{46} регулируют частотную характеристику усилителей в области низших звуковых частот, а потенциометры R_{22} и R_{50} в области высших. Третьи каскады усилителей выполнены на транзисторах T_3 и T_6 по схеме с общим эмиттером, смещение на их базы подается непосредственно с делителей R_{23}, R_{24} и R_{51}, R_{52}.

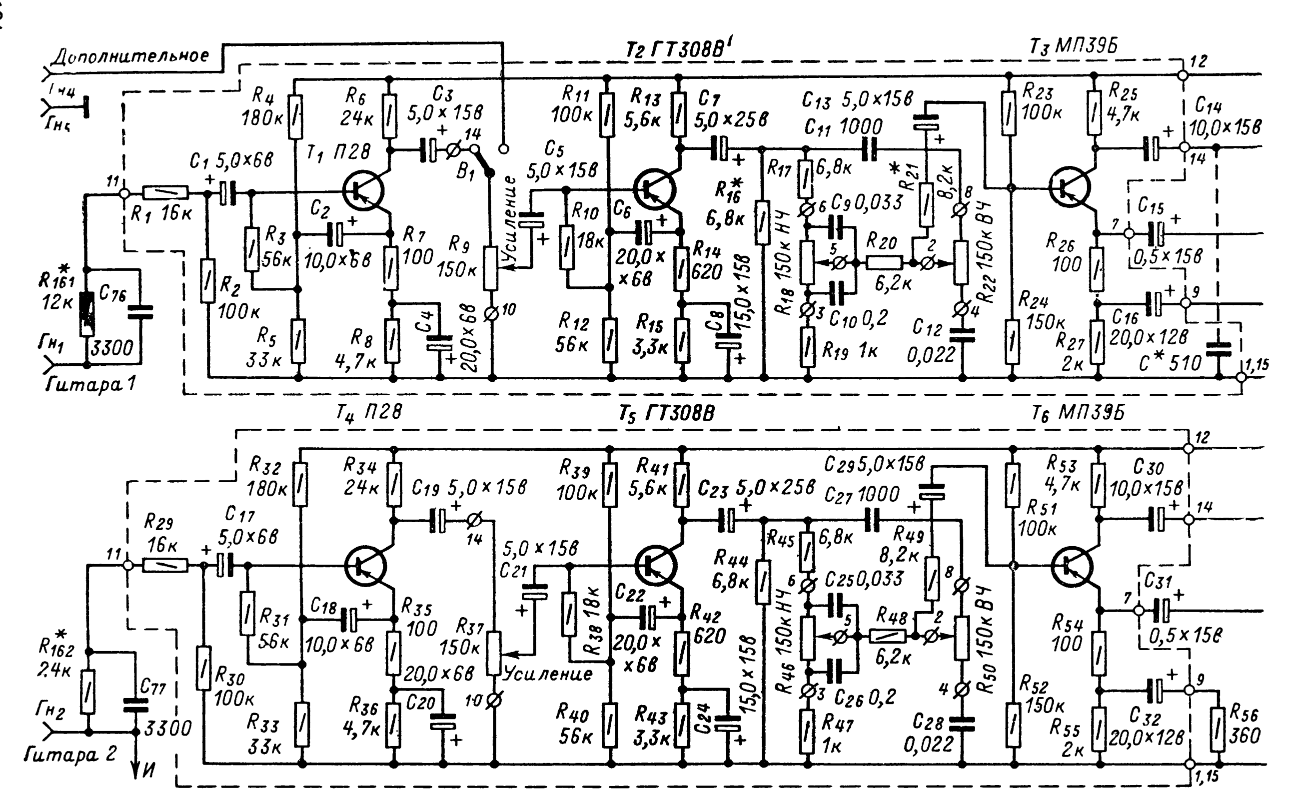
В усилителе первой электрогитары предусмотрен переключатель коррекции B_2. В верхнем (по схеме) положении переключателя частотная характеристика усилителя имеет подъем в области низших звуковых частот, а в нижнем — завал в области низших и подъем в области высших звуковых частот. В усилителе второй электрогитары переключатель коррекции отсутствует, а частотная характеристика соответствует частотной характеристике усилителя первой электрогитары в нижнем положении переключателя B_2.

С коллекторной нагрузки транзистора T_3 усилителя первой электрогитары через конденсатор C_{14} сигнал поступает на вход блока сумматора сигналов, а с коллекторной нагрузки транзистора T_6 усилителя второй электрогитары через конденсатор C_{30} на переключатель рода работ B_3.

Микрофонный темброблок собран на транзисторах T_7—T_9. Его схема аналогична схеме усилителя для второй электрогитары. Сигнал на вход микрофонного темброблока поступает с коллектора транзистора T_{11} микрофонного усилителя.

Микрофонный усилитель выполнен на транзисторах T_{10}, T_{11} по схеме с непосредственной связью между каскадами. Оба каскада усилителя охвачены глубокой отрицательной обратной связью по переменному и постоянному току. Напряжение обратной связи по переменному току снимается с коллектора транзистора T_{10} и через конденсатор C_{50} подается на его базу. Через резистор R_{86} сюда же поступает напряжение обратной связи с эмиттера транзистора T_{11}. Напряжение обратной связи по постоянному току снимается с коллектора транзистора T_{11} и через резистор R_{90} подается на эмиттер транзистора T_{10}. Глубина обратной связи регулируется подбором сопротивления резистора R_{89}.

При работе эстрадного усилителя с ревербератором уровень поступающего на него сигнала предварительно увеличивается усилителем сигнала реверберации, собранным на транзисторах T_{16}—T_{20}.


Дополнительное
Гнч
Гнк
T2 ГТ308В
T3 МП39Б
T1 П28
R4 180к
R6 24к
C3 5,0×15в
C1 5,0×6в
R1 16к
R2 100к
R3 56к
C2 10,0×6в
R5 33к
R7 100
R8 4,7к
C4 20,0×6в
R9 150к
Усиление
B1
C5 5,0×15в
R11 100к
R10 18к
R12 56к
R13 5,6к
C6 20,0×6в
C7 5,0×25в
R14 620
R15 3,3к
C8 15,0×15в
R16* 6,8к
R17 6,8к
R18 150к НЧ
R19 1к
C9 0,033
C10 0,2
C11 1000
C13 5,0×15в
R20 6,2к
R21* 8,2к
R22 150к ВЧ
C12 0,022
R23 100к
R24 150к
R25 4,7к
R26 100
R27 2к
C14 10,0×15в
C15 0,5×15в
C16 20,0×12в
C* 510
R161* 12к
C76 3300
Гн1
Гитара 1
T4 П28
T5 ГТ308В
T6 МП39Б
R32 180к
R34 24к
C19 5,0×15в
R29 16к
C17 5,0×6в
R30 100к
R31 56к
C18 10,0×6в
R33 33к
R35 100
R36 4,7к
C20 20,0×6в
R37 150к
Усиление
C21 5,0×15в
R39 100к
R38 18к
R40 56к
R41 5,6к
C22 20,0×6в
C23 5,0×25в
R42 620
R43 3,3к
C24 15,0×15в
R44 6,8к
R45 6,8к
R46 150к НЧ
R47 1к
C25 0,033
C26 0,2
C27 1000
C29 5,0×15в
R48 6,2к
R49 8,2к
R50 150к ВЧ
C28 0,022
R51 100к
R52 150к
R53 4,7к
R54 100
R55 2к
C30 10,0×15в
C31 0,5×15в
C32 20,0×12в
R56 360
R162* 24к
C77 3300
Гн2
Гитара 2
И
1,15

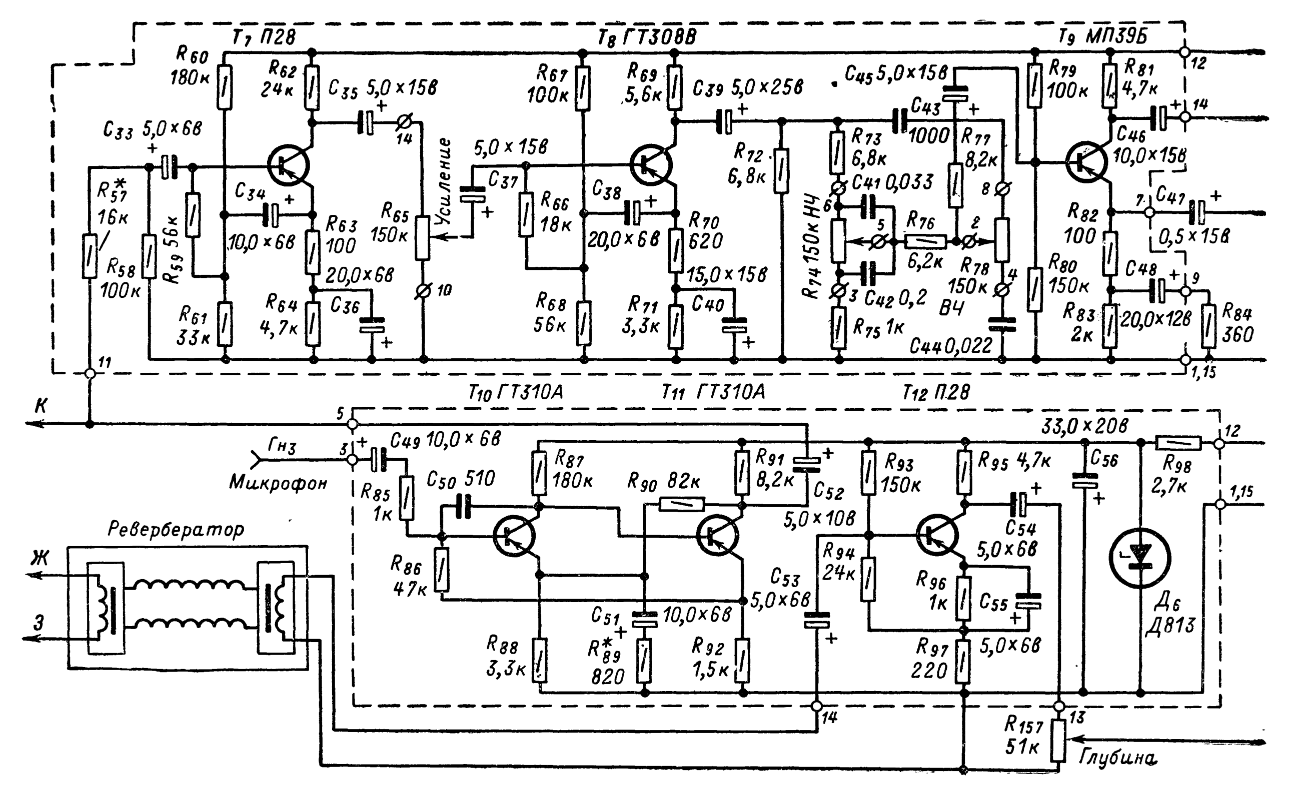
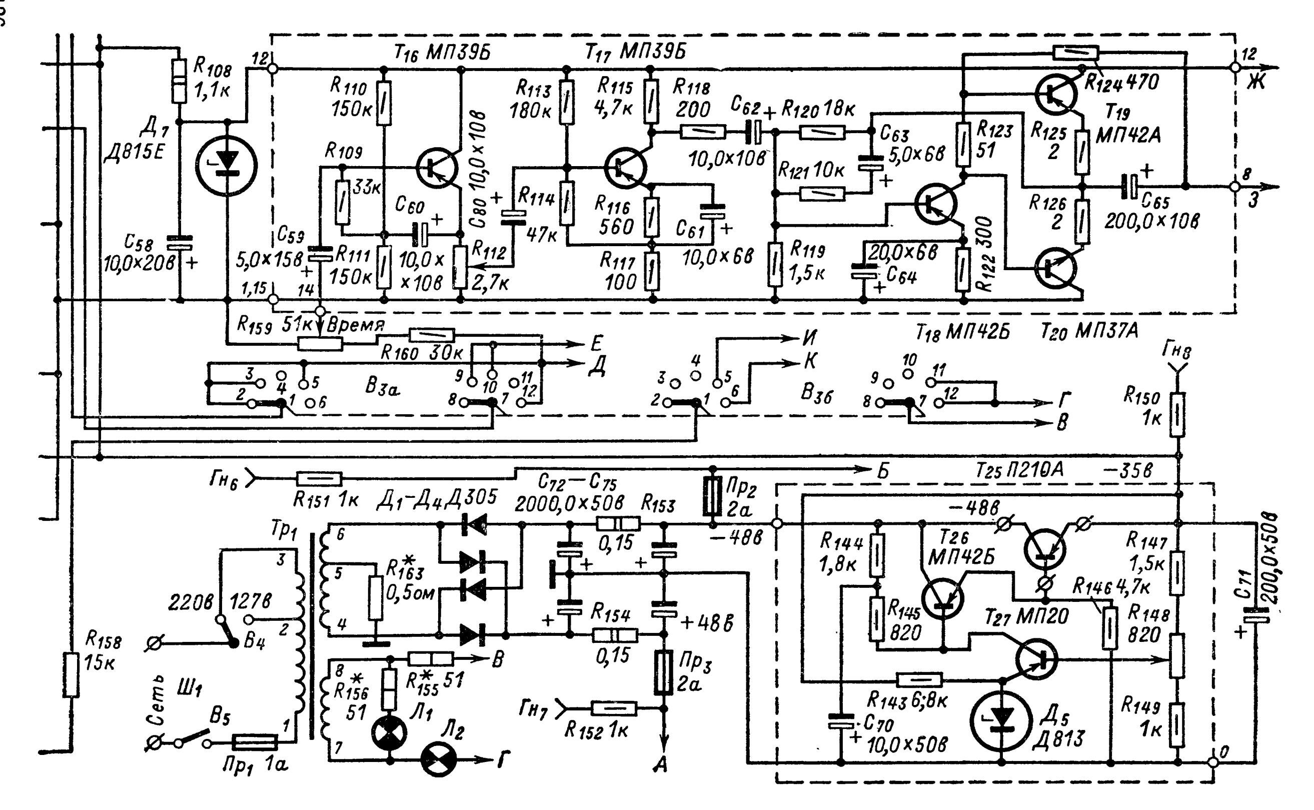
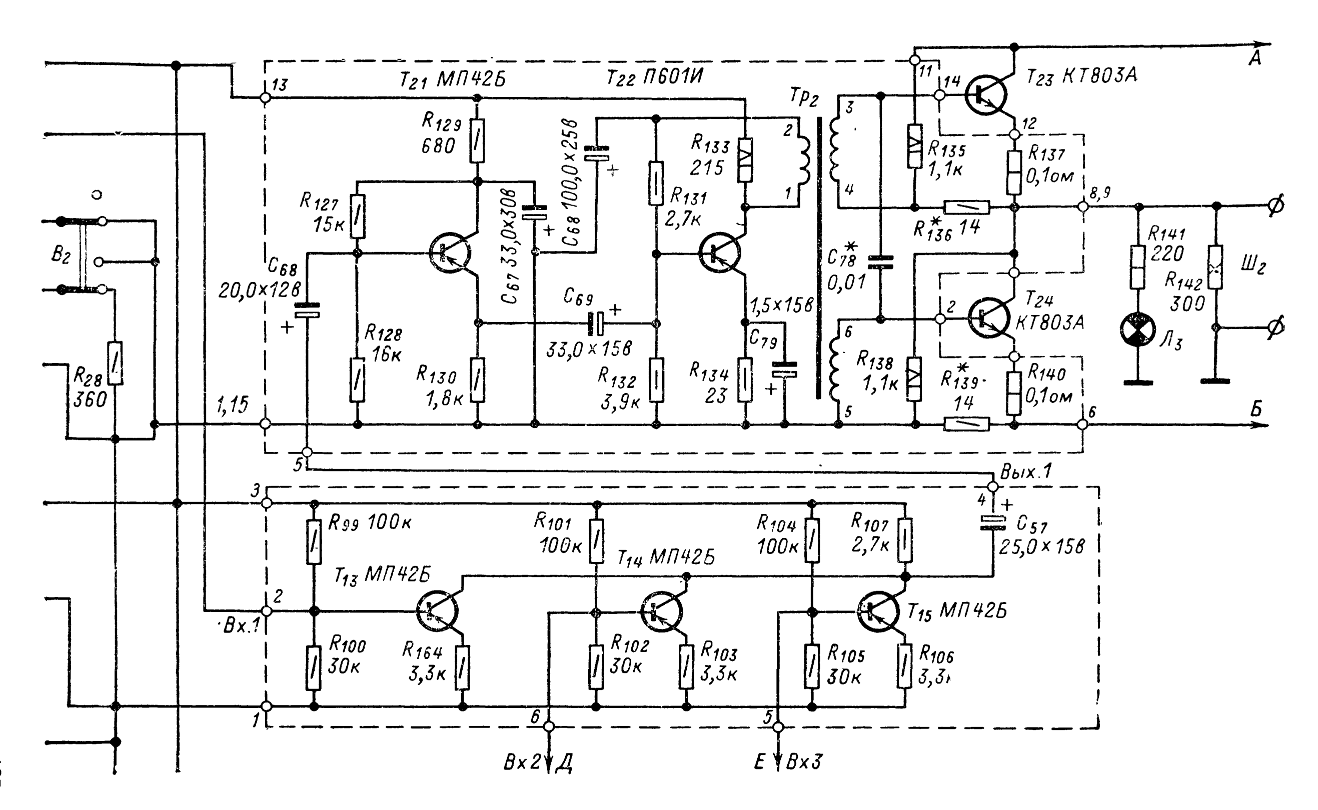


Рис 3-11. Принципиальная схема усилителя.


R108 1,1к
Д7 Д815Е
C58 10,0×20в
12
T16 МП39Б
R110 150к
R109
33к
C60
C80 10,0×10в
C59 5,0×15в
R111 150к
10,0× ×10в
R112 2,7к
1,15
14
T17 МП39Б
R113 180к
R114 47к
R115 4,7к
R116 560
R117 100
R118 200
C61 10,0×6в
C62
10,0×10в
R120 18к
R121 10к
C63 5,0×6в
R119 1,5к
20,0×6в C64
R122 300
R123 51
R125 2
R126 2
R124 470
T19 МП42А
C65 200,0×10в
12 Ж
8 З
R159 51к Время
R160 30к
Е
Д
В3а
И
К
В3б
T18 МП42Б
T20 МП37А
Г
В
Гн8
R150 1к
Гн6
R151 1к
Б
Д1–Д4 Д305
C72—C75 2000,0×50в
R153 0,15
Пр2 2а
−48в
T25 П210А
−35в
Тр1
R*163 0,5ом
220в
127в
В4
R154 0,15
+48в
Пр3 2а
R*156 51
R*155 51
В
Л1
Л2
Г
Гн7
R152 1к
А
R158 15к
Сеть Ш1
В5
Пр1 1а
R144 1,8к
R145 820
T26 МП42Б
−48в
R143 6;8к
C70 10,0×50в
T27 МП20
Д5 Д813
R146 4,7к
R147 1,5к
R148 820
R149 1к
C71 200,0×50в
0


T21 МП42Б
T22 П601И
T23 КТ803А
T24 КТ803А
Тр2
R129 680
R127 15к
R128 16к
R130 1,8к
C68 20,0×12в
C67 33,0×30в
C68 100,0×25в
C69 33,0×15в
R131 2,7к
R132 3,9к
R133 215
R134 23
C79 1,5×15в
C78* 0,01
R135 1,1к
R136* 14
R137 0,1ом
R138 1,1к
R139* 14
R140 0,1ом
R141 220
R142 300
Л3
Ш2
В2
R28 360
1,15
А
Б
Вых.1
C57 25,0×15в
R99 100к
R100 30к
R101 100к
R102 30к
R103 3,3к
R104 100к
R105 30к
R106 3,3к
R107 2,7к
R164 3,3к
T13 МП42Б
T14 МП42Б
T15 МП42Б
Вх.1
Вх2 Д
Е Вх3

Первый каскад этого усилителя выполнен по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе T_{16}. Смещение на базу этого транзистора подается через резистор R_{109} с делителя напряжения R_{110}, R_{111}. В эмиттерную цепь транзистора первого каскада усилителя включен потенциометр R_{112}, регулирующий уровень сигнала, поступающего на второй каскад. Этот каскад, выполненный на транзисторе T_{17} по схеме с общим эмиттером, охвачен отрицательной обратной связью. Напряжение с коллекторной нагрузки этого транзистора R_{115} через цепочку $R_{118}C_{62}$ поступает на базу транзистора T_{18} и далее на базы выходных транзисторов T_{19} и T_{20}. Нагрузкой выходного каскада служит обмотка передающего датчика электромагнитного ревербератора.

С обмотки приемного датчика задержанный во времени сигнал через конденсатор C_{53} поступает на базу транзистора T_{12} усилителя реверберированного сигнала, включенного по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой этого каскада служит регулятор глубины реверберации R_{157}, напряжение с которого через контакты переключателя B_3 поступает снова на вход микрофонного усилителя или на вход усилителя второй электрогитары.

На транзисторах T_{13}—T_{15} собран сумматор сигналов. На первый вход сумматора Bx_1 поступает сигнал с усилителя первой электрогитары, а на второй и третий входы через переключатель B_3 — сигналы усилителя второй электрогитары и микрофонного темброблока. Все три каскада сумматора собраны по схеме с общим эмиттером и общей коллекторной нагрузкой R_{107}.

С нагрузки сумматора через конденсатор C_{57} сигнал поступает на базу транзистора первого каскада предоконечного усилителя. Резистор R_{129}, включенный в коллекторную цепь транзистора T_{21}, уменьшает рассеиваемую им мощность. Выходной каскад предоконечного усилителя собран на транзисторе T_{22} по схеме с общим эмиттером. Его нагрузкой по переменному току служит первичная обмотка согласующего трансформатора Tp_2. По постоянному току через резистор R_{133} коллектор транзистора T_{22} соединен минусом с источником питания напряжением 35 *в*. Такое включение трансформатора Tp_2 исключает насыщение его сердечника постоянной составляющей тока коллектора транзистора выходного каскада предоконечного усилителя.

Выходной каскад эстрадного усилителя собран на транзисторах T_{23}, T_{24} по двухтактной схеме с раздельными источниками питания. Напряжение смещения на базы этих транзисторов подается с делителей R_{135}, R_{136} и R_{138}, R_{139} через вторичные обмотки согласующего трансформатора Tp_2. Резисторы R_{137} R_{140} служат для температурной стабилизации режима работы выходных транзисторов. Сигнальная лампа $Л_3$, включенная на выходе усилителя, регистрирует его перегрузку и загорается при максимально допустимом входном сигнале. С помощью резистора R_{141} можно установить желаемую яркость горения лампы. Через резистор R_{142} проходит постоянная составляющая тока выходных транзисторов при отключенной нагрузке.

Блок питания эстрадного усилителя состоит из выпрямителя, собранного по мостовой схеме на диодах $Д_1$—$Д_4$, стабилизатора напряжения на транзисторах T_{25}—T_{27} и стабилитроне $Д_5$. Напряжение +48 *в* подается на коллектор транзистора T_{23}, а —48 *в* — на эмиттер транзистора T_{24} и на коллекторы транзисторов стабилизатора напряжения. Выходное напряжение стабилизатора —35 *в*.

Лампы $Л_1$ и $Л_2$, сигнализирующие о включении усилителя и работе ревербератора, питаются от отдельной обмотки силового транс-

форматора. Яркость свечения этих ламп зависит от сопротивлений резисторов R_{155}, R_{156}

Усилитель рассчитан на совместную работу с акустическим агрегатом, общее сопротивление звуковых катушек громкоговорителей которого составляет 10 *ом.*

Детали усилителя. При монтаже эстрадного усилителя использованы широко распространенные транзисторы, диоды, конденсаторы и резисторы. Типы применяемых транзисторов и диодов указаны на принципиальной схеме. Вместо транзисторов П28, работающих в первых каскадах усилителей для электрогитар и микрофонном темброблоке, можно поставить транзисторы П27А, а вместо транзисторов ГТ308В, работающих во вторых каскадах этих узлов, транзисторы МП39Б В сумматоре сигналов вместо МП42Б с успехом могут работать и транзисторы МП20. В блоке стабилизатора напряжения транзистор П210А можно заменить транзисторами П214, П216 или П217. Производить замену остальных транзисторов, а также диодов не рекомендуется.

Резисторы R_{108}, R_{131}, R_{143}—R_{147}, R_{149}—R_{152} типа ОМЛТ-0,5; R_{112} — СПО-0,5; R_{125}—R_{126} — УЛИ-0,25; R_{142} — ПЭВ-10; R_{141}, R_{155}, R_{156} — МЛТ-1. Остальные резисторы, кроме R_{133}—R_{140} и R_{153}, R_{154} — ОМЛТ-0,25. Резистор R_{133} состоит из двух параллельно соединенных резисторов типа ОМЛТ-2 сопротивлением 430 *ом* каждый, R_{134} — из трех параллельно соединенных резисторов типа ОМЛТ-0,25 сопротивлением 62—75 *ом* каждый; R_{135}, R_{138} — из двух параллельно соединенных резисторов типа МЛТ-2 сопротивлением 2,2 *ком*; R_{136}, R_{139} — из двух параллельно соединенных резисторов типа ОМЛТ-0,25 сопротивлением 28—30 *ом* каждый. Резисторы R_{137} и R_{140} намотаны константановым проводом диаметром 0,15 *мм* на корпусах резисторов МЛТ-1, а резисторы R_{153}, R_{154} — константановым проводом диаметром 0,3 *мм* на корпусах резисторов МЛТ-2.

Резисторы переменного сопротивления R_9 и R_{37}, R_{18} и R_{46}, R_{22} и R_{50} — сдвоенные с раздельной регулировкой типа СП3-10А; R_{65}, R_{74} и R_{78} — СП-1 с кривой изменения сопротивления типа А, R_{157} и R_{159} — СП-1 с кривой изменения сопротивления типа В.

В эстрадном усилителе используются электролитические конденсаторы типа ЭМ или фирмы «Тесла». Исключение составляют C_8, C_{24}, C_{40}, C_{62} и C_{67} — К52-2; C_{64}, C_{66} и C_{68} — К50-6; C_{72}—C_{75}—К50-3Б и C_{71} — ЭГЦ. Керамические конденсаторы — типа КЛС, КМ и КДМ. Конденсаторы C_{10}, C_{26} и C_{42} состоят из двух параллельно включенных конденсаторов МБМ емкостью по 0,1 *мкф* каждый.

Для переключателя B_1 использован тумблер МТ1-1, для B_2 — тумблер Т2, для B_3 — галетный переключатель 5П4Н, для B_4 — тумблер Т1, а для B_5 — кнопка от настольной лампы

Гнезда для подключения электрогитар и микрофона могут быть любые, но желательно использовать гнезда, пригодные для работы с экранированным кабелем РК или проводом МГШВ-Э Контрольные гнезда $Гн_6$—$Гн_8$ типа ГИ1 или ГИ2. Сетевой разъем $Ш_1$ — типа ШР20 трехконтактный, однако сетевой шнур можно подсоединить к усилителю и постоянно.

Сигнальные лампы $Л_1$—$Л_3$ — на напряжение 6,3 *в* и ток 0,28 *а.*

Моточные данные силового $Тр_1$ и фазоинверсного $Тр_2$ трансформаторов приведены в табл. 3-2, режимы транзисторов по постоянному току — в табл. 3-3.

Конструкция усилителя. Монтаж узлов эстрадного усилителя выполнен на восьми печатных платах. Печатные платы усилителей для

Таблица 3-2

Обозначение по схеме		Число витков	Провод	Сердечник
Tp_1	1—2	400	ПЭВ-1 0,38	Ш30×40
	2—3	500	ПЭВ-1 0,51	
	4—5	90	ПЭВ-1 1,1	
	5—6	90	ПЭВ-1 1,1	
	7—8	60	ПЭВ-1 0,41	
Tp_2	1—2	300	ПЭВ-1 0,27	Ш20×18
	3—4	200	ПЭВ-1 0,51	
	5—6	200	ПЭВ-1 0,51	

Таблица 3-3

Обозначение по схеме	$U_б$, *в*	$U_э$, *в*	$U_к$, *в*	$I_э$, *ма*
T_1, T_4 T_7	5,6	5,4	13	1,05
T_2, T_5 T_8	13	12,8	23	3,2
T_3, T_6, T_9	11	10,8	17	5,1
T_{10}	0,65	0,43	1,0	0,12
T_{11}	1,0	0,7	8,7	0,5
T_{12}	1,55	1,4	7,5	1,15
T_{13}, T_{14}, T_{15}	7,5	7,4	21,5	2,1
T_{16}	11,0	10,8	15,5	3,0
T_{17}	2,0	1,8	3,2	3,0
T_{18}	0,6	0,4	8,5	10,0
T_{19}	9,0	8,4	15,5	5,0
T_{20}	8,5	8,4	0	5,0
T_{21}	16,3	16,0	31,5	9,0
T_{22}	2,6	2,3	15,0	100
T_{23}	+0,5	0	+48,0	40
T_{24}	47,5	48,0	0	40
T_{25}	39,5	39,0	48,0	10
T_{27}	15,2	15,0	39,5	3

электрогитар и микрофонного темброблока идентичны. Монтаж деталей на этих платах для усилителя первой электрогитары показан на рис. 3-12. Расположение деталей на платах микрофонного усилителя и усилителя сигнала реверберации показано на рис. 3-13, на плате усилителя реверберированного сигнала — на рис. 3-14, на плате усилителя мощности — на рис. 3-15, на плате сумматора сигналов — на рис. 3-16 и на плате стабилизатора — на рис. 3-17.

Конструкция печатных плат позволяет использовать их вместе с разъемами РПС на 15 контактов, а это в свою очередь облегчает ремонт печатных плат и уменьшает их габариты.

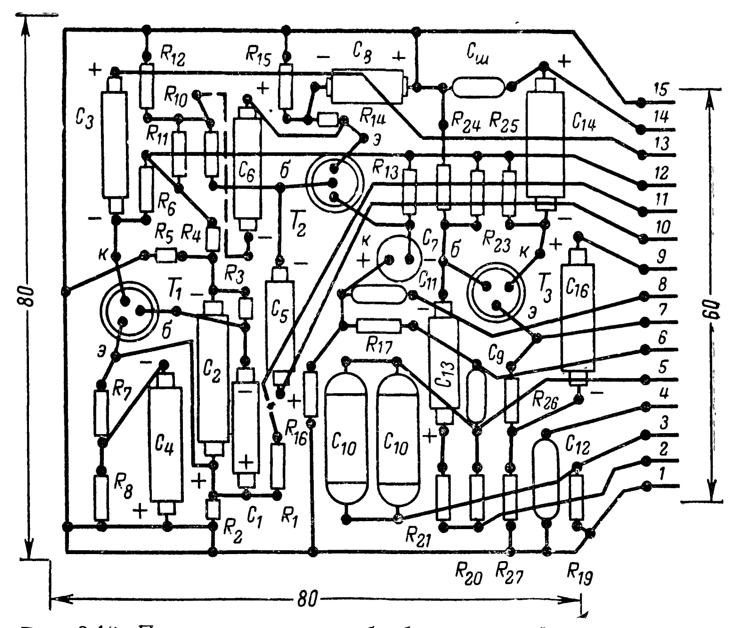


Рис. 3-12. Печатная плата темброблока первой электрогитары.

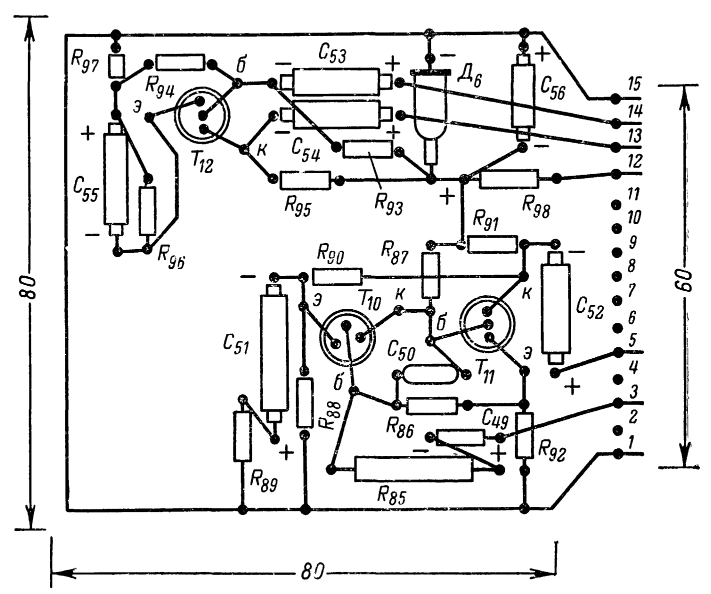


Рис. 3-13. Печатная плата микрофонного усилителя и усилителя сигнала реверберации.

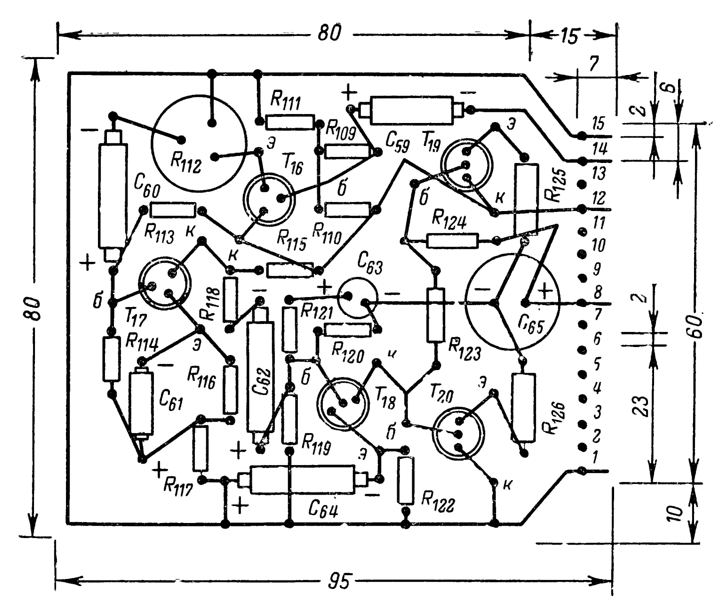


Рис. 3-14. Печатная плата усилителя реверберированного сигнала.

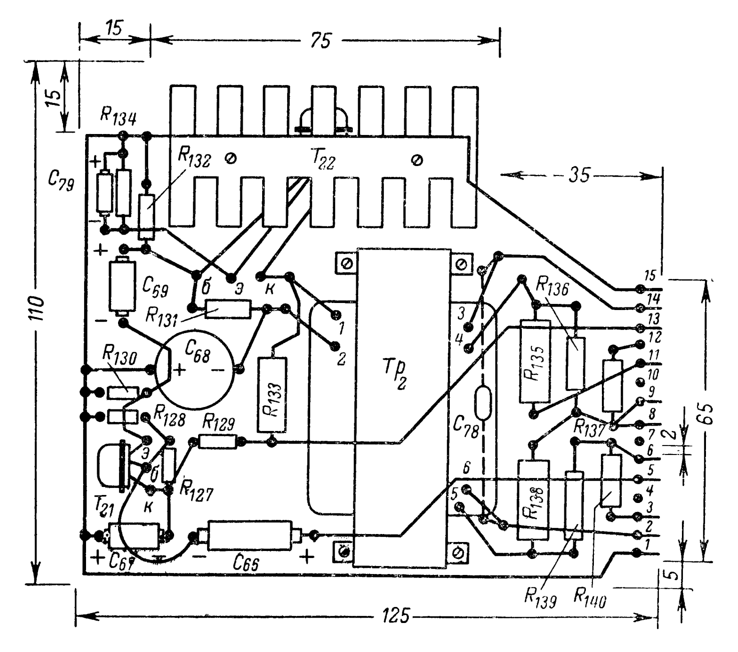


Рис. 3-15. Печатная плата усилителя мощности.

Выходные транзисторы T_{23}, T_{24} смонтированы вне печатных плат на отдельных радиаторах площадью около 2 000 *см*², а транзистор T_{25} стабилизатора на радиаторе — площадью около 400 *см*².

Все печатные платы усилителя, кроме платы стабилизатора, радиаторы с транзисторами T_{23}—T_{25}, трансформатор $Тр_1$ питания, электролитические конденсаторы фильтра выпрямителя C_{72}—C_{75}, выпрямительные диоды $Д_1$—$Д_4$, выходной разъем $Ш_2$, кронштейн с входными гнездами $Гн_1$—$Гн_5$ и переключателем $В_1$, второй кронштейн с сетевым разъемом $Ш_1$, предохранителем $Пр_1$, выходными гнездами $Гн_6$—$Гн_8$ и переключателем сети $В_4$ установлены на текстолитовой плате — основании толщиной 5 *мм* (рис. 3-18).

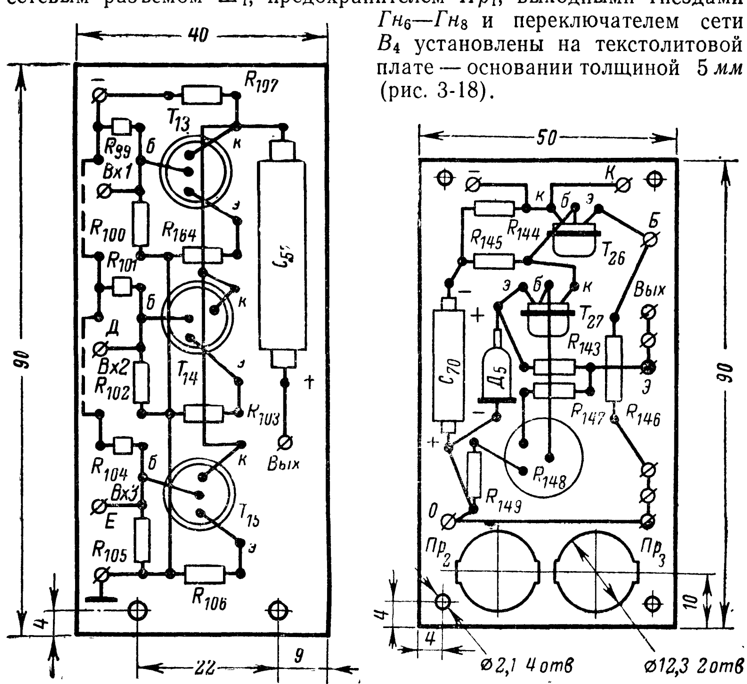


Рис. 3-16. Печатная плата сумматора сигналов.

Рис. 3-17. Печатная плата стабилизатора.

Все регуляторы усиления и тембра, переключатели режима работ $В_3$ и коррекции $В_2$, регуляторы времени и глубины реверберации, выключатель сетевого напряжения $В_5$, патроны с индикаторными лампами и монтажная плата стабилизатора укреплены на передней панели из дюралюминия толщиной 2 *мм* (рис. 3-19).

Все узлы усилителя размещены в корпусе, изготовленном из фанеры толщиной 10 *мм*. Общая компоновка узлов эстрадного усилителя показана на рис. 3-20. На боковых стенках и основании корпуса установлены уголки для крепления фальшпанели и задней стенки, а также восемь винтов М3×25 *мм* для крепления ревербератора. В основании корпуса имеются отверстия под винты для ножек. При

сборке основание вставляют в корпус усилителя и закрепляют его ножками, вворачивающимися во втулки. Сзади усилитель закрывается стенкой с отверстиями для вентиляции. На задней стенке размещены входные и выходные гнезда, переключатель B_1, сетевой и выходной разъемы и сетевой предохранитель.

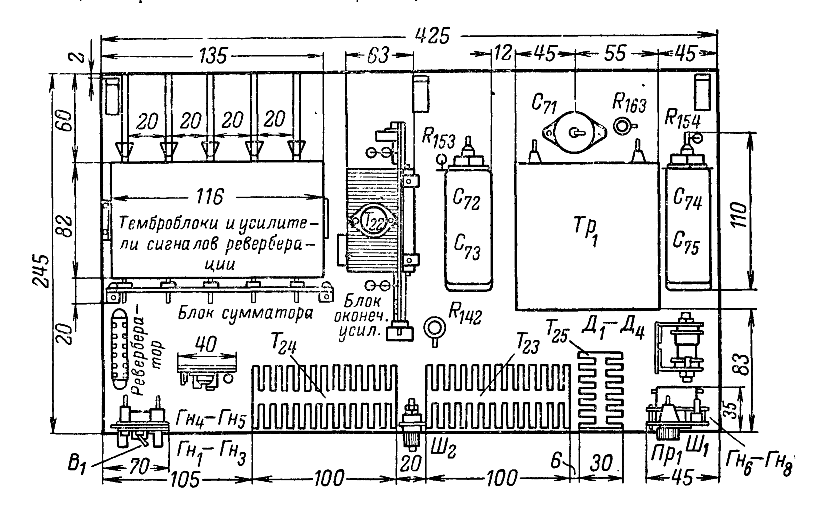


Рис. 3-18 Размещение основных узлов усилителя на плате-основании.

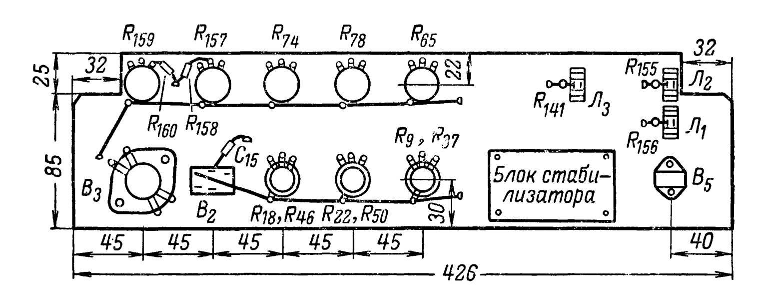


Рис 3-19 Размещение деталей на передней панели.

Блок реверберации. Для получения эффекта реверберации в эстрадном усилителе используется электромеханический ревербератор. Он состоит из двух спиральных пружин, на концах которых установлены два приемных и два передающих датчика. Одна из таких пружин с установленными на ее концах датчиками показана на рис. 3-21. В зависимости от положения переключателя рода работ сигнал со звукоснимателя или микрофона через усилитель сигналов реверберации подается на катушки передающих датчиков, проходит связан-

ные с ними пружины реверберaтора и поступает далее на катушки приемчых датчиков, а также усилитель реверберированного сигнала.

Приемные и передающие датчики имеют одинаковую конструкцию. Собственно датчик представляет собой катушку, намотанную на рамку из органического стекла и помещенную в магнитное поле.

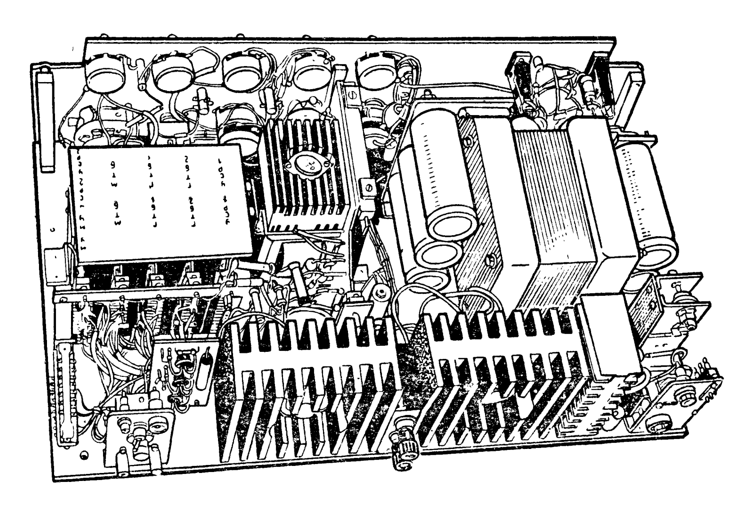


Рис 3-20 Общая компоновка узлов усилителя.

Магнитное поле создается постоянными магнитами от старых стрелочных измерительных приборов магнитоэлектрической системы с замыкающей пластиной. Между полюсами магнитов вместо ротора вставлена рамка из органического стекла с осью и оттяжками (рис. 3-22). На рамку помещены катушки соответственно приемных и передающих датчиков. Каждая катушка состоит из двух обмоток. Обмотки катушек передающих датчиков соединены параллельно, а приемных — последовательно Обмотка катушки передающего датчика содержит 250 витков провода ПЭВ-0,1, а приемного 400 витков провода ПЭВ-1 0,06. Выводы обмоток закреплены на монтажных стойках, установленных на замыкающих пластинах магнита (рис 3-23).

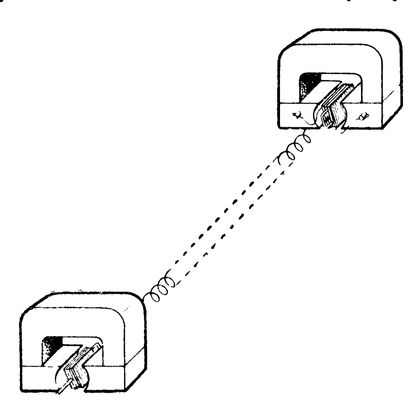


Рис 3-21 Конструкция ревербератора.

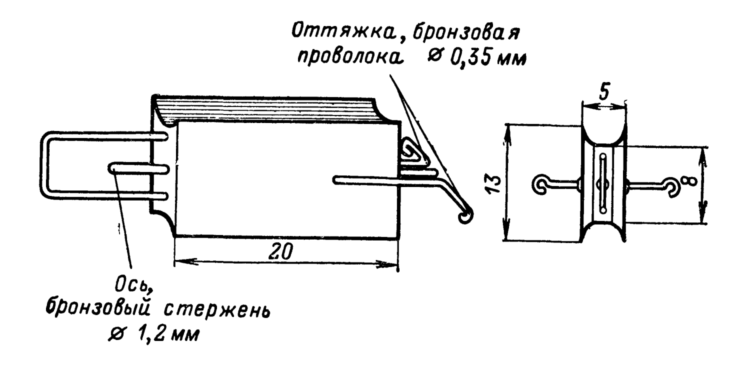


Рис. 3-22. Рамка с оттяжками.

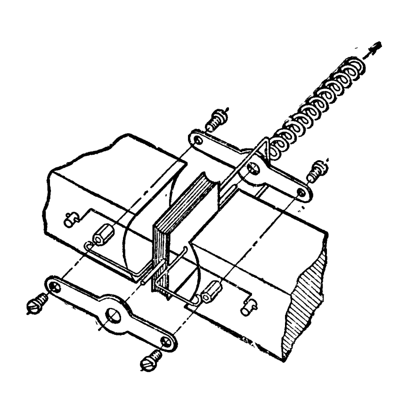


Рис. 3-23. Конструкция датчика ревербератора.

Пружины ревербератора намотаны из стальной пружинной проволоки диаметром 0,25 *мм*. Диаметр пружины *8*, длина ее 335 *мм*. Одна пружина содержит 120, а другая 145 витков. Концы пружины припаяны к оттяжкам, размещенным на рамках (рис. 3-23). Передающие и приемные датчики, установленные попарно на специальных пластинах из гетинакса (органическое стекло), мягко подвешены в корпусе эстрадного усилителя. К левой стенке корпуса подвешена пластина с передающими датчиками, а к правой с приемными. Пружины равномерно натянуты между соответствующими парами датчиков. Готовый ревербератор следует подключить к блокам основного усилителя и проверить его работу с электрогитарой или микрофоном.

Акустические агрегаты для стереофонической системы

Качество звучания стереофонической системы в значительной мере определяется типом примененных громкоговорителей и их акустическим оформлением. Только при наличии хороших акустических агрегатов можно получить высокое качество звуковоспроизведения с минимальными нелинейными искажениями и широким спектром рабочих частот.

Предлагаемые вниманию читателей угловые стереофонические агрегаты сконструированы инженером В. Шоровым и при проверке

в лаборатории акустики Московского электротехнического института связи показали отличные результаты.

Ящики агрегата (рис. 3-24) имеют неправильную форму, объем их 135 *дм*³. Агрегаты устанавливают в двух смежных верхних углах комнаты. Уступ на задней стенке объясняется наличием балки под потолком в месте установки агрегата. Стенки и фронтальная доска агрегата изготовлены из фанеры или древесно-стружечной плиты толщиной 15—20 *мм*. Поскольку громкоговорители оказываются расположенными значительно выше сидящего слушателя, то фронтальные доски агрегатов наклонены вниз и развернуты на такой же угол внутрь.

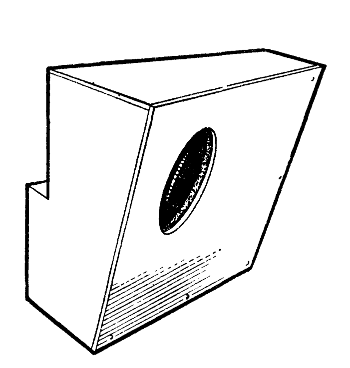


Рис. 3-24. Внешний вид агрегата.

Рис. 3-25. Конструктивный чертеж ящика агрегата.

Конструктивный чертеж левого акустического агрегата показан на рис. 3-25. Правый агрегат имеет аналогичную конструкцию с той лишь разницей, что его фронтальная доска имеет наклон в другую сторону. Вырезанные из фанеры детали ящика скрепляют друг с другом с помощью реек, клея и шурупов. Фронтальная доска съемная, она привинчивается к стальным уголкам, установленным на боковых стенках ящика. Для более плотного прилегания между фронтальной доской и боковыми стенками ящика проложена полоска фетра.

Для агрегатов желательно подобрать пары идентичных низкочастотных и высокочастотных громкоговорителей с разделительными фильтрами. При отсутствии таких громкоговорителей можно применить два идентичных широкополосных громкоговорителя, однако раздельное воспроизведение высших и низших звуковых частот предпочтительнее, оборотную сторону громкоговорителей рекомендуется обернуть ватой. Делается это следующим образом. Сначала берут кусок ткани и прикрывают ею оборотную сторону громкоговорителя, установленного на фронтальной доске. Затем из картона вырезают кольцо с внутренним диаметром, равным диаметру диффузора громкоговорителя, и шириной 30—40 *мм*. В случае эллиптического громкоговорителя полоска картона должна иметь форму эллипса. Вырезанную полосу картона поверх ткани укладывают вплотную к диф-

фузору и прибивают к доске мелкими гвоздиками вместе с натянутой на громкоговоритель тканью. После этого на громкоговоритель и полосу картона накладывают слой ваты и концы выступающей ткани завязывают в узел над магнитной системой.

Внешняя отделка агрегата зависит от вкуса и возможностей радиолюбителя. В лаборатории в таком оформлении был испытан громкоговоритель 4ГД-28.

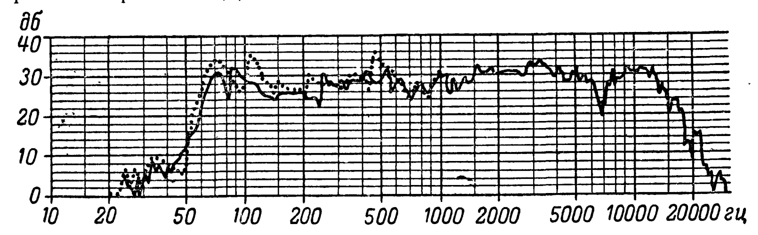


Рис. 3-26 Частотные характеристики агрегата с громкоговорителем 4ГД-28.

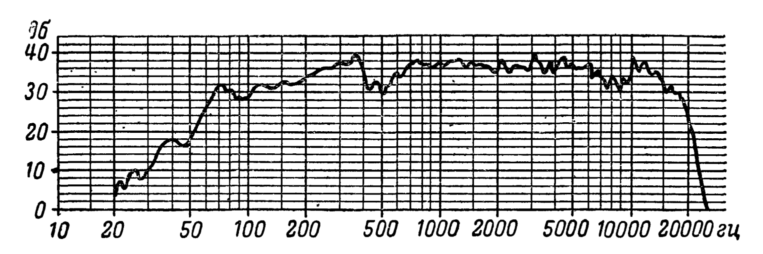


Рис. 3-27. Частотная характеристика агрегата с громкоговорителями 6ГД-1 и 3ГД-15

На рис. 3-26 приведены частотные характеристики этого громкоговорителя при установке его в описанном угловом агрегате (сплошная линия) и в прямоугольном ящике одинакового с ним объема (пунктирная линия). Оба ящика пустые. При прослушивании характер звучания низших звуковых частот был признан неудовлетворительным, поэтому нижнюю стенку агрегата заменили панелью акустического сопротивления. Диаметр отверстий 30 *мм*, число их равно 9. Затем в агрегате было установлено два громкоговорителя: 6ГД-1 и 3ГД-15. Частотная характеристика этих громкоговорителей с панелью акустического сопротивления приведена на рис. 3-27.

Самодельный ревербератор

Эффект реверберации создает впечатление объемности и пространственности большого зала. Поэтому неудивительно, что многие радиолюбители используют для совместной работы с имеющейся у них бытовой радиоаппаратурой реверберационные приставки. Одна из таких приставок была предложена инженером Л. Никольским из г. Калинина.

Приставка Л. Никольского построена на принципе электромеханического ревербератора Хэммонда. Она состоит из усилителя ревербëрируемого сигнала, передающего электромеханического датчика, преобразующего электрические колебания в механические колебания, линии задержки, приемного электромеханического датчика, преобразующего механические колебания в электрические и усилителя реверберированного сигнала (рис. 3-28). Питается приставка от батареи напряжением 12 *в*, потребляя ток 9 *ма*.

При работе ревербератора (рис. 3-29) сигнал звуковой частоты через резистор R_1 и конденсатор C_1 поступает на вход усилителя реверберируемого сигнала, собранного на транзисторах T_1—T_3. Коллекторной нагрузкой последнего каскада усилителя служит передающий электромеханический датчик, представляющий собой телефон, к мембране которого припаян конец линии задержки. С коллекторной нагрузки предпоследнего каскада усилителя снимается прямой, незадержанный во времени сигнал, поступающий на выход *А* и далее на вход первого УНЧ, совместно с которым предполагается использовать приставку.

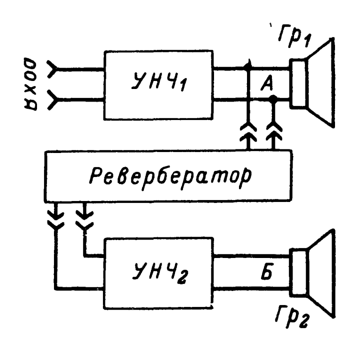


Рис. 3-28. Блок-схема ревербератора.

Линией задержки служит стальная цилиндрическая пружина Задержанные ею механические колебания поступают на приемный электромеханический датчик, работающий по принципу пьезоэлектрического звукоснимателя. С приемного датчика звуковой сигнал поступает на вход усилителя реверберированного сигнала, выполненного на транзисторах T_4 и T_5. С коллекторной нагрузки транзистора T_5 задержанный сигнал поступает на выход *Б* и далее на вход второго УНЧ. Задержанный и незадержанный сигналы через развязывающие резисторы R_{18} и R_{19} поступают также на общий выход *А*+*Б*, рассчитанный на работу с одноканальным усилителем. К выходам же *А* и *Б* можно подключить два независимых усилителя, как было описано выше, или один стереофонический усилитель.

Все узлы ревербератора смонтированы в деревянном корпусе с габаритами 510×110×80 *мм*. На рис. 3-30 показано размещение в корпусе только линии задержки, которая натягивается между двумя стойками, установленными на основании корпуса ревербератора. Основание представляет собой планку прямоугольного сечения, изготовленную из дерева, металла или какого-либо другого материала. Линия задержки выполнена в виде пружины диаметром 3,5 *мм*, навитой виток к витку из рояльной проволоки диаметром 0,4 *мм*. Длина пружины 300 *мм*. Один конец пружины припаян к передающему датчику, а другой закреплен на стойке, установленной на противоположном конце основания.

В качестве передающего датчика в данном ревербераторе использован телефон с общим сопротивлением катушек 2 000 *ом*. Для снижения сопротивления до 500 *ом* катушки соединены параллельно.

Натяжение пружины должно быть таким, чтобы ее витки не

Рис. 3-29. Принципиальная схема реверберагора.

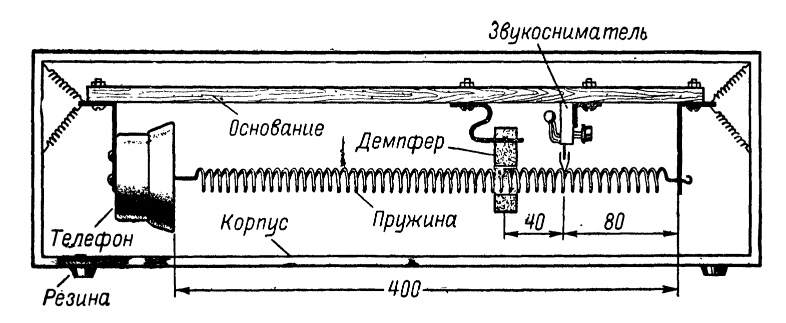


Рис. 3-30. Конструкция реверберагора.

соприкасались друг с другом, но и не были слишком растянутыми, поскольку излишнее натяжение ослабляет эффект реверберации.

Приемный датчик выполнен в виде отдельного узла, в котором объединены пьезокристалл *5* типа ПЭЗ-58, эмиттерный повторитель *2* и шунтирующий резистор *6* (рис. 3-31). Все детали приемного датчика смонтированы на Г-образной стойке *3* из органического стекла. В основании стойки просверлены четыре отверстия: три для выводов электродов транзистора и одно для крепления уголка *1*, с помощью которого датчик устанавливают на основании ревербератора. В полочке стойки *3* пропилен паз, в который клеем «Рапид» или БФ-2 вклеен пьезокристалл 5 приемного датчика. Выводы деталей датчика соединяют друг с другом согласно схеме, приведенной на рис 3-29, причем вывод от внутренней обкладки пьезокристалла следует припаять к базовому выводу транзистора T_4, а от внешней — к коллекторному. К верхней части пьезокристалла приклеен хомут *4*, изготовленный из жести или латуни толщиной 0,3—0,5 *мм* и обеспечивающий механическое соединение кристалла с линией задержки. Длинная ветвь хомута выполнена в виде широкого заточенного лезвия, которое входит в зазор между витками пружины линии задержки и, плотно соприкасаясь с ними, обеспечивает передачу колебаний пружины пьезокристаллу приемного датчика. Для изоляции хомута от кристалла между ними помещена прокладка из лакоткани.

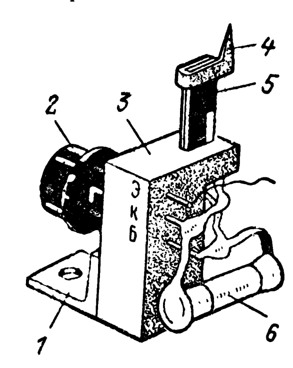


Рис. 3-31. Конструкция приемного датчика.

С целью предупреждения паразитных поперечных колебаний пружины на основании ревербератора устанавливают демпфер, представляющий собой кусок губчатой резины размером 20×20×5 *мм*, закрепленный на стойке из медной или алюминиевой проволоки диаметром 1,5—2 *мм*. Демпфер должен слегка прижимать пружину к хомуту пьезокристалла. Вертикальное положение пружины фиксируется с помощью выреза в демпфере глубиной 10 *мм*. Степень демпфирования подбирают при настройке, подгибая проволочную стойку демпфера.

Монтаж усилителей реверберируемого и реверберированного сигналов может быть выполнен любым способом.

Налаживание ревербератора сводится к настройке усилителей и линии задержки. Настройка усилителей состоит в установке режимов транзисторов T_1—T_5 с помощью сопротивлений резисторов R_3, R_6, R_9 и R_{14}. Следует подобрать и сопротивление резистора R_1. Оно зависит от источника входного сигнала (микрофон, пьезоэлектрический или электромагнитный звукосниматель и т. д.). На рис. 3-29 номинал резистора R_1 указан для пьезоэлектрического звукоснимателя.

Систему линии задержки налаживают на слух при работе ревербератора с УНЧ. При этом необходимо подобрать степень демпфирования пружины, подгибая проволочную стойку и изменяя расстояние между демпфером и звукоснимателем.

Переменные резисторы R_{11} и R_{17} позволяют раздельно прослушать работу каналов *А* и *Б* и определить качество работы каждого из них при настроенной линии задержки.

Автомат для «бесконечного» проигрывания грампластинок

Автомат для «бесконечного» проигрывания грампластинок был разработан ленинградским инженером П. Вайнбоймом для применения в анальгизаторах при звуковом обезболивании лечения зубов. В настоящее время такие аппараты с успехом работают в нескольких стоматологических поликлиниках Ленинграда.

Однако область применения автомата не ограничивается медициной. Его можно использовать при изучении иностранных языков, в звуковой рекламе, в качестве автоматического экскурсовода на выставках и в музеях, а также на производстве при управлении периодически повторяющимися процессами.

Автомат П. Вайнбойма выполнен в виде самостоятельной приставки, позволяющей любой электропроигрыватель превратить в устройство для многократного проигрывания грампластинки.

Автомат (рис. 3-32) состоит из корпуса *1*, крышки *2*, спирального коромысла *3*, плоской пружины *4*, стопорного винта *5*, штифта *6*, спиральной пружины *7* и четырех крепежных винтов *8*.

Все детали автомата показаны на рис. 3-33. Как видно из рисунка, в алюминиевом корпусе *1* имеются три круглых углубления с резьбой М3, предназначенные для крепления крышки *2*, углубление диаметром 1 *мм* для плотной посадки штифта *6*, отверстие с резьбой М4 для установки стопорного винта *5*, канавка 2×2 *мм* для крепления оси спирального коромысла и овальное отверстие со ступенчатым выступом для нижнего упора коромысла.

Автомат устанавливается на ось диска проигрывателя с помощью имеющегося в корпусе прямоугольного гнезда, наружную сторону которого ограничивает плоская пружина *4*. В боковых выступах корпуса автомата имеется углубление с резьбой М3, в которое ввинчивается при сборке стопорный винт *5*, закрепляющий спиральное отверстие диаметром 1,6 *мм*, в котором фиксируется узкий хвостовик этой пружины.

В алюминиевой крышке *2* имеются четыре отверстия: три диаметром 3,2 *мм* для крепежных винтов М3 и одно диаметром 6 *мм* для стопорного винта *5*. Цилиндрическая выточка 6×13,5 *мм* на нижней стороне крышки служит для размещения спиральной пружины. Как и корпус, вся крышка, кроме нижней поверхности, покрыта молотковой эмалью.

Спиральное коромысло *3* состоит из хвостовика, оси и объемной спирали (см. рис. 3-32).

Хвостовик в собранном автомате фиксирует спираль коромысла в нижнем и верхнем положениях. Если хвостовик упирается в ступенчатый выступ корпуса, то спираль фиксируется в верхнем положении, если же он упирается в крышку автомата, то в нижнем.

Ось коромысла *3* имеет отверстие диаметром 0,6 *мм*, в котором фиксируется конец спиральной пружины *7*, и фасонную выточку глубиной 0,25 *мм* для продольной фиксации оси в канавке корпуса. В фасонную выточку входит штифт *6*, установленный в середине прямоугольной канавки корпуса. Благодаря радиальной форме выточка

не мешает повороту коромысла между нижним и верхним упорами. При работе автомата спираль коромысла захватывает крючок звукоснимателя, поднимает его, переносит от центра к краю и плавно опускает на грампластинку. Чтобы погасить центробежную силу,

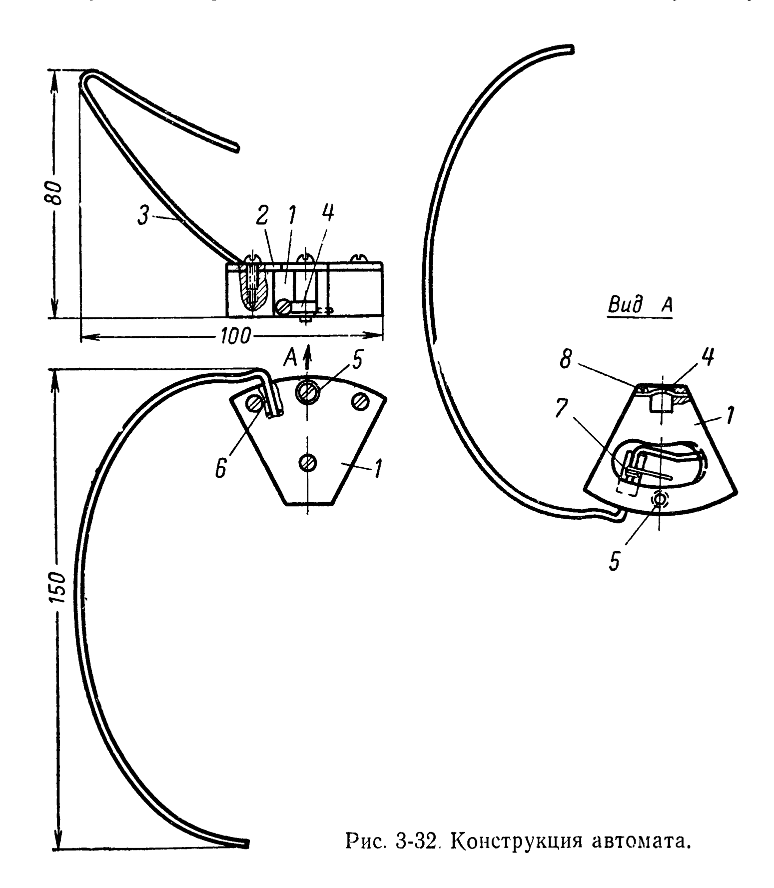


Рис. 3-32. Конструкция автомата.

возникающую в процессе переноса звукоснимателя вращающимся коромыслом, конец коромысла загнут в форме отрезка окружности, благодаря чему в конце цикла переноса звукосниматель плавно опускается на пластинку, не перемещаясь от центра ее в радиальном направлении.

Спиральное коромысло, эскиз которого показан на рис. 3-33, пригодно только при проигрывании обычных грампластинок. При проигрывании пластинок типа «Гигант» нужно использовать другое коромысло с большими размерами (рис. 3-34). Смена коромысел очень проста и занимает не более минуты.

Устройство остальных деталей автомата настолько просто, что пояснять их конструкцию излишне.

При сборке автомата вначале коромысло *3* соединяют с пружиной *7*, конец которой фиксируют в сквозном отверстии оси. Затем штифт *6* вставляют в соответствующее отверстие в канавке корпуса *1*, а стопорный винт *5* завинчивают в отверстие корпуса с резьбой М4. Ось коромысла *3* закрепляют в прямоугольной канавке корпуса таким образом, чтобы штифт вошел в фасонную выточку оси.

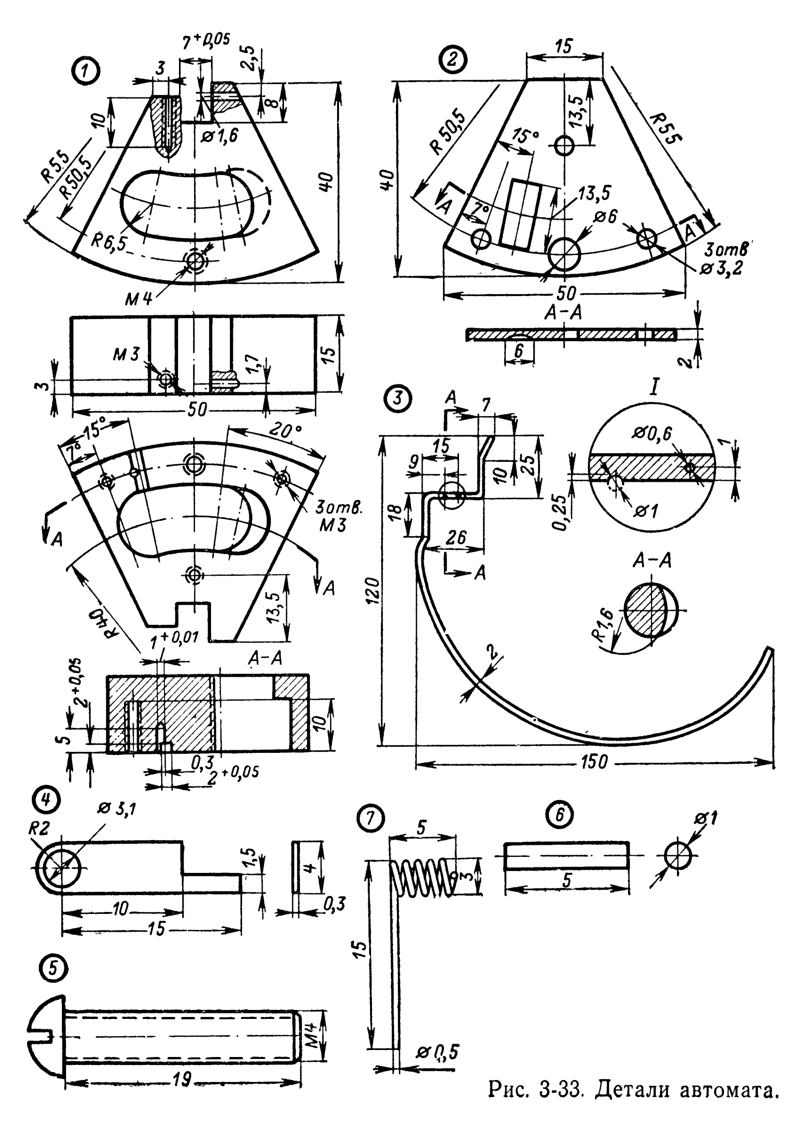


Рис. 3-33. Детали автомата.

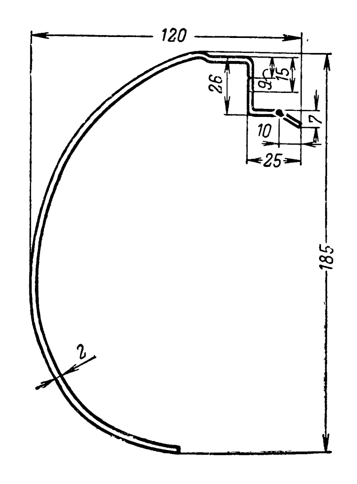


Рис. 3-34. Спиральное коромысло для пластинок типа «Гигант».

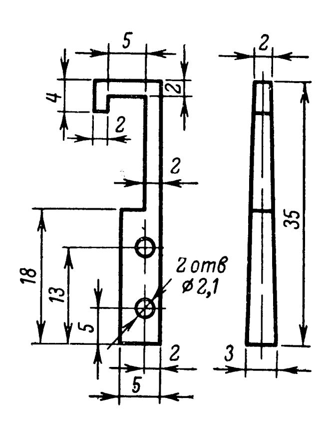
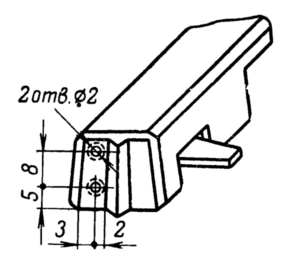


Рис. 3-35. Крючок для звукоснимателя.



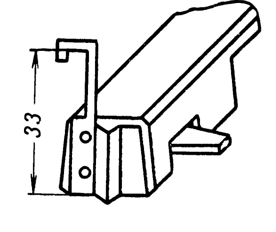


Рис. 3-36. Крючок в сборе со звукоснимателем.

Далее тремя винтами М3 к корпусу крепят крышку *2*, которая отжимает рычаг спиральной пружины *7* вниз. Требуемую силу пружины необходимо отрегулировать, слегка отгибая рычаг пружины по часовой или против часовой стрелки относительно оси коромысла.

Пластмассовый крючок, с помощью которого пружина захватывает звукосниматель (рис. 3-35), имеет Г-образную форму. Для крепления его в корпусе звукоснимателя сверлят два отверстия, в которых нарезают резьбу М2. Затем в отверстия крючка и звукоснимателя завинчивают винты М2.

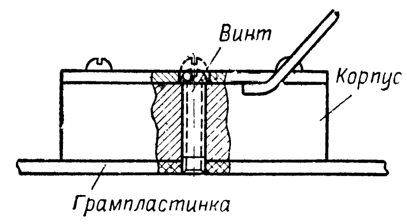


Рис. 3-37. Установка автомата на проигрыватель.

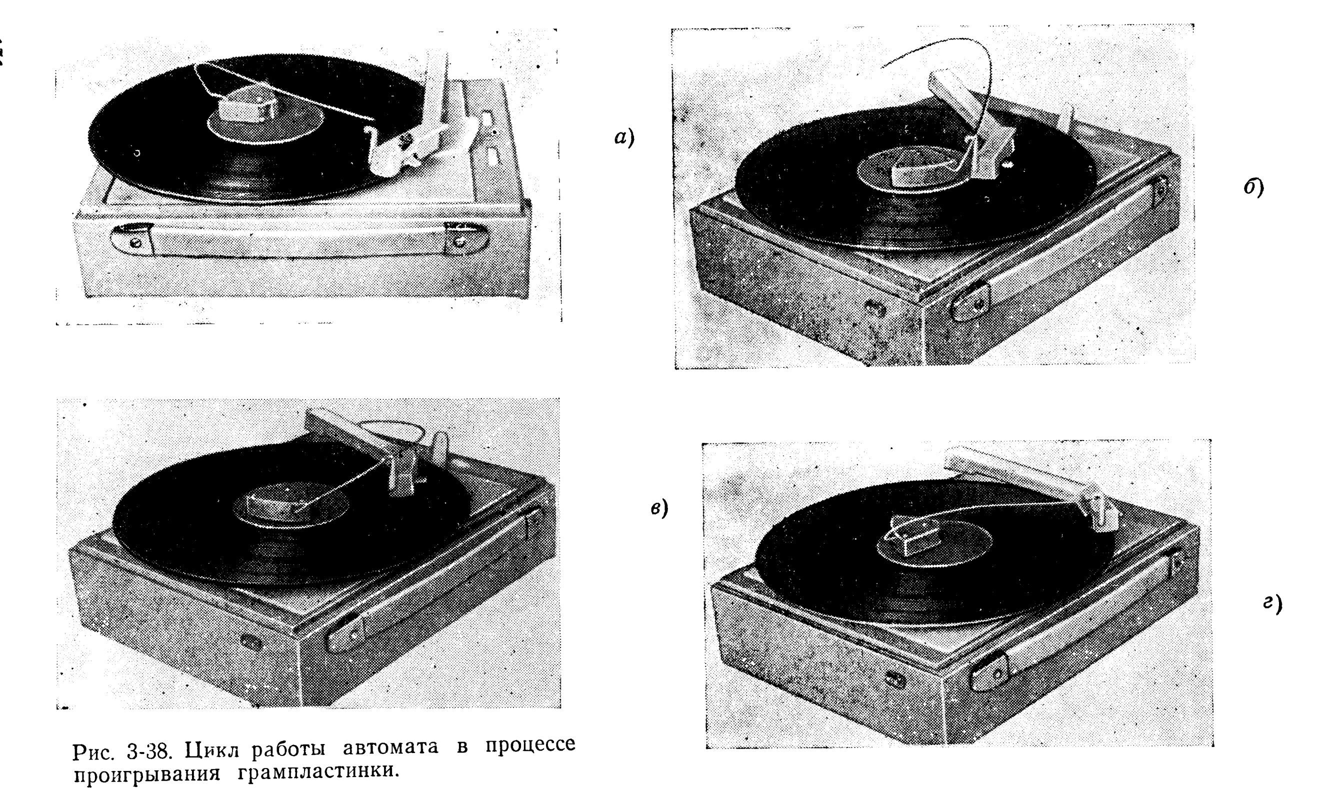


Рис. 3-38. Цикл работы автомата в процессе проигрывания грампластинки.

Установка крючка на звукоснимателе электропроигрывателя «Концертный-3» показана на рис. 3-36. При использовании других типов звукоснимателей крючок можно приклеить к их корпусу в любом удобном для работы месте.

Собранный автомат устанавливают на ось диска электропроигрывающего устройства над грампластинкой и фиксируют стопорным винтом (рис. 3-37). Во всех пластинках, предназначенных для автоматического проигрывания, необходимо просверлить фиксирующие отверстия диаметром 4,2 *мм*, в которые будет входить стопорный винт. При этом ось диска проигрывателя вставляется в прямоугольное гнездо корпуса *1* и прижимается плоской пружиной *4* (см. рис. 3-32). Проволочное коромысло с помощью спиральной пружины поднимается над звукоснимателем и не мешает его игле двигаться по звуковой дорожке от края к центру грампластинки (рис. 3-38, *а*).

При дальнейшем вращении коромысла крючок скользит по нему и вместе со звукоснимателем поднимается вверх и, не касаясь грампластинки, переносится от ее центра на край. В процессе переноса коромысло под тяжестью звукоснимателя опускается до упора вниз. И когда игла достигает края грампластинки, крючок продолжает скользить по участку коромысла, имеющему форму окружности. В результате звукосниматель прекращает свое движение от центра к краю пластинки и плавно опускается на входную дорожку записи (рис. 3-38, *в*). В этот момент конец коромысла выскальзывает из-под крючка звукоснимателя и под действием спиральной пружины вновь поднимается до упора вверх (рис. 3-38, *г*). Далее цикл проигрывания повторяется.

Батарейный магнитофон

Предлагаемый вниманию читателей батарейный магнитофон сконструирован радиолюбителями В. Бродкиным, Е. Губенко и В. Ивановым. Их аппарат рассчитан на двухдорожечную запись и последующее воспроизведение речевых и музыкальных программ от звукоснимателя, микрофона и трансляционной линии. Скорость движения магнитной ленты 4,76 *см/сек*. По своим стальным параметрам батарейный магнитофон соответствует требованиям ГОСТ 12392-66, предъявляемым к магнитофонам IV-Б класса. Длительность непрерывной записи на одной дорожке при использовании катушек, вмещающих 50 *м* ленты типа 6 или 75 *м* ленты типа 10, соответственно 17 и 26 *мин*. Диапазон рабочих частот 80—7 000 *гц*, номинальная выходная мощность примерно 0,45 *вт*. Магнитофон питается от батареи напряжением 12 *в*, составленной из 12 элементов 316 или 326. Габариты аппарата 190×170×48 *мм*.

Лентопротяжный механизм батарейного магнитофона собран по одномоторной кинематической схеме (рис. 3-39). В нем использован электродвигатель ДПМ-25. С таким же успехом можно применить и другие двигатели ДП-1-13, ДКС-8, ДРВ-0,1 и ДП-1-26ПР.

В режимах «Запись» и «Воспроизведение» движение от шкива *10* электродвигателя *11* через пассик *12* передается маховику *9* ведущего вала *7*. Катушка *6* приемного узла получает вращение от пассика *14*, охватывающего шкив *13*, обводные ролики *19* и шкив *18*. Магнитная лента *1*, сматываясь с катушки *2* подающего узла и касаясь рабочим слоем стирающей *4* и универсальной *5* головок, проходит по направляющим стойкам *3*, между ведущим валом *7* и при-

жимным роликом *8* и затем наматывается на катушку *6* приемного узла.

В режиме «Стоп» прижимный ролик *8* отводится от ведущего вала *7*, а ролик *16* прижимается к маховику *9*, который после выключения двигателя продолжает вращаться по инерции. С маховика *9* движение передается ролику *16*, а с него через пассик *17* — шкиву *15* подающего узла. Катушка *6* приемного узла также продолжает вращаться после выключения электродвигателя, поскольку ролик *19*

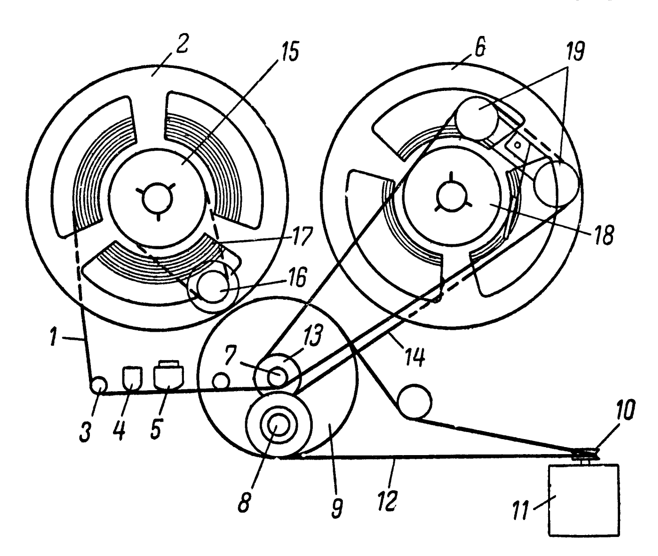


Рис. 3-39. Кинематическая схема лентопротяжного механизма магнитофона.

остается прижатым к шкиву *18*. Таким образом устраняется возможность образования петли ленты как слева, так и справа от вёдущего вала.

В режиме «Ускоренная перемотка вперед» ролик *16* отводится от маховика *9*. Подающий узел растормаживается и лента перематывается на катушку *6* приемного узла.

В режиме «Перемотка назад» ролик *19* отводится от шкива *18* приемного узла, а ролик *16* прижимается к маховику *9* ведущего вала и передает движение шкиву *15* подающего узла.

Перевод лентопротяжного механизма магнитофона в разные режимы работ производится с помощью переключателя рода работ, устройство которого поясняется рис. 3-40. Переключатель состоит из оси *34*, на которой укреплены секторы *36*, *40*, а также ручки управления *43*, *44*. Фиксируется переключатель с помощью ролика *9*, подвижно закрепленного на рычаге *5*. Ролик *9* под действием пружины *74* попадает во впадины между зубцами сектора *36* и таким образом фиксирует то или иное положение переключателя. На секторе 36 винтами *39* закреплен кулачок *38*, с помощью которого в режимах

«Стоп», «Ускоренная перемотка вперед» и «Перемотка назад» рычаг *26* с прижимным роликом *28* отводится от ведущего вала (рис. 3-41). В режимах «Запись» и «Воспроизведение» кулачок *38* освобождает рычаг *26* и под действием пружины *73* прижимается к ведущему валу.

На секторе *36* закреплены также два штифта-толкателя *37*. В режимах «Запись», «Воспроизведение» и «Ускоренная перемотка вперед» нижний штифт *37* и винты *39* поочередно отводят рычаг *19*

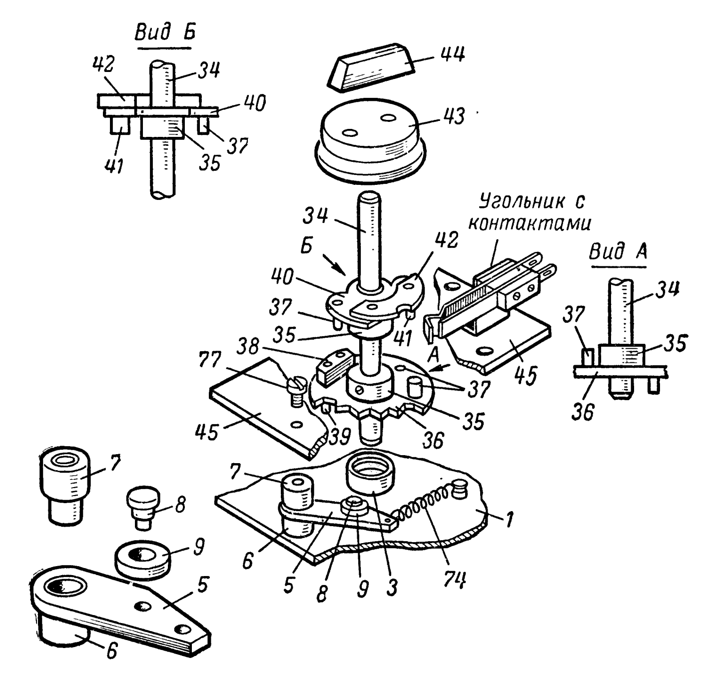


Рис. 3-40. Переключатель рода работ.

1 — шасси; *3* — втулка переключателя; *5* — рычаг фиксатора; *6* — втулка ролика; *7* — опорная колонка; *8* — ось ролика; *9* — ролик; *34* — ось переключателя; *35* — втулка; *36* — зубчатый сектор; *37* — штифт-толкатель; *38* — кулачок; *39* — винт специальный; *40* — сектор; *41* — толкатель; *42* — изоляционная пластина; *43*, *44* — детали ручки управления; *45* — панель магнитных головок; *77* — винт М2,5×6.

с роликом *21* от маховика *69*. В остальных режимах рычаг *19* с помощью пружины *75* прижимает ролик *21* к маховику *69*. Верхний штифт-толкатель *37* служит для перемещения рычага *32* с обводными роликами *11*. В режиме «Перемотка назад» он отводит рычаг *32* влево. В результате пассик *84* отходит от шкива приемного узла, к которому одновременно подводится пластина тормоза *33*.

На секторе *40* установлен штифт-толкатель *37*, управляющий работой ползункового переключателя электрической части магнитофона, толкатель *41* и пластина *42*.

В режиме «Запись» штифт *37* сдвигает планку *54* (рис. 3-42), а вместе с ней и движок ползункового переключателя вправо, а в режиме «Воспроизведение» пружина *76* возвращает его в исходное положение.

Работой лентоприжимного механизма, состоящего из двух планок *57*, *59* и прижима 60, управляет полукруглый выступ сектора *40*

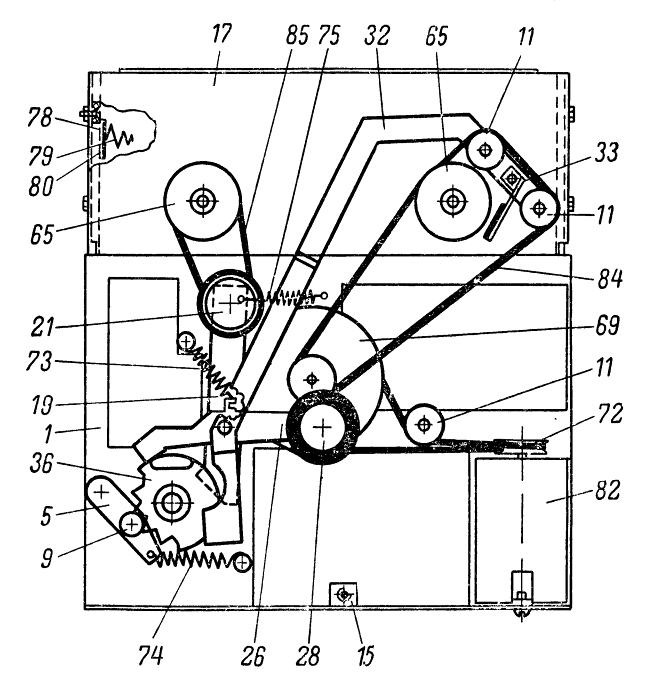


Рис. 3-41 Сборочный чертеж лентопротяжного механизма магнитофона.

1 — передняя часть шасси; *5* — рычаг фиксатора; *9* — ролик; *11* — обводной ролик; *15* — угольник; *17* — задняя часть шасси; *19* — рычаг ролика обратной перемотки; *21* — ролик обратной перемотки; *26* — рычаг прижимного ролика; *32* — рычаг обводных роликов; *33* — пластина тормоза; *36* — зубчатый сектор; *65* — шкив подающего узла, *69* — маховик ведущего вала; *72* — шкивы электродвигателя; *74* — пружина; *78*—изоляционная пластина; *79*—пружина; *84*—*85* — пассики.

через толкатель *37*. Толкатель *41* при ненажатой кнопке механического предохранителя *48*, состоящего из угольника *46*, пружины *47* и упора *49*, предупреждает ошибочное переключение магнитофона в режим «Запись» и связанную с ним порчу фонограмм.

Изоляционная пластина *42* управляет работой электродвигателя. В режиме «Стоп» изогнутый конец контакта *51* попадает в полукруглый вырез этой пластины и электродвигатель выключается. Во

всех остальных режимах работы контакты *51* и *52* замыкаются и включают питание электродвигателя.

Все узлы лентопротяженного механизма батарейного магнитофона размещены на металлическом шасси (рис. 3-43). Шасси состоит из двух частей: передней *1* и задней *17*. Обе части изготовлены из листовой стали 20 толщиной 1,2 *мм* и соединены друг с другом с по-

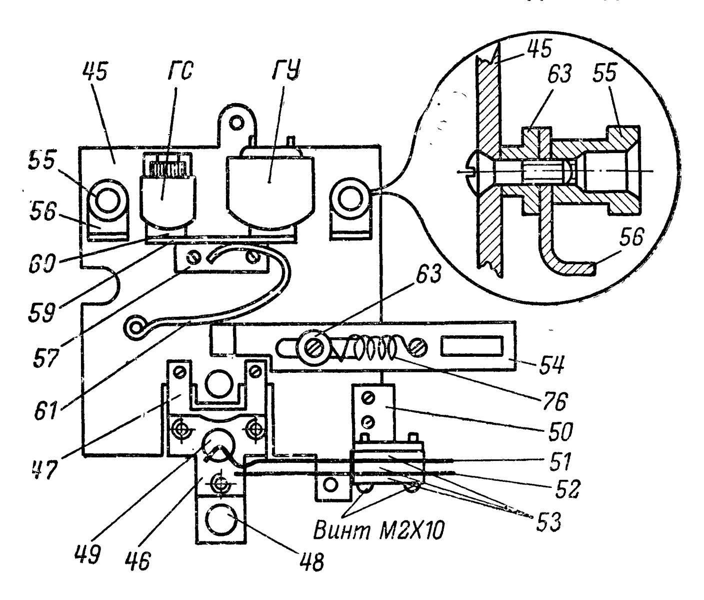


Рис. 3-42 Блок магнитных головок.

45 — панель; *46* — угольник механического предохранителя; *47* — пружина; *48* — кнопка; *49* — упор предохранителя; *50* — угольник; *51*, *52* — контактные пружины; *53* — изоляционная прокладка; *54* — планка; *55* — направляющая стойка; *56* — планка; *57* — планка лентоприжима; *59* — подвижная планка лентоприжима; *60* — прижим; *61* — толкатель; *63* — фасонная шайба; *76* — пружина.

мощью угольника *16* и винтов М2,5×3. Снизу в передней части шасси закреплены стойки *2* (рис. 3-44), а сверху втулка *3* и стойка *4а*, *4б*, *4в*.

Сборку лентопротяжного механизма начинают с установки на шасси переключателя рода работ. Рычаг фиксатора *5* в сборе со втулкой *6*, роликом *3* и осью *8* закрепляют на шасси с помощью опорной колонки *7* и винта М2,5×5 (см. рис. 3-40). Втулки *35* (рис. 3-45) развальцовывают в секторах *36* и *40*.

Штифты-толкатели *37*, толкатель *41*, кулачок *38* и изоляционную пластину *42* закрепляют на секторах *36* и *40* так, как показано на рис. 3-40. Ось *34* с надетым на нее сектором *36* вставляют в отверстие втулки *3* на шасси *1* таким образом, чтобы ролик фиксатора *9* попал между средними зубцами сектора. В этом положении сектор закрепляют на шасси двумя установочными винтами М4×5.

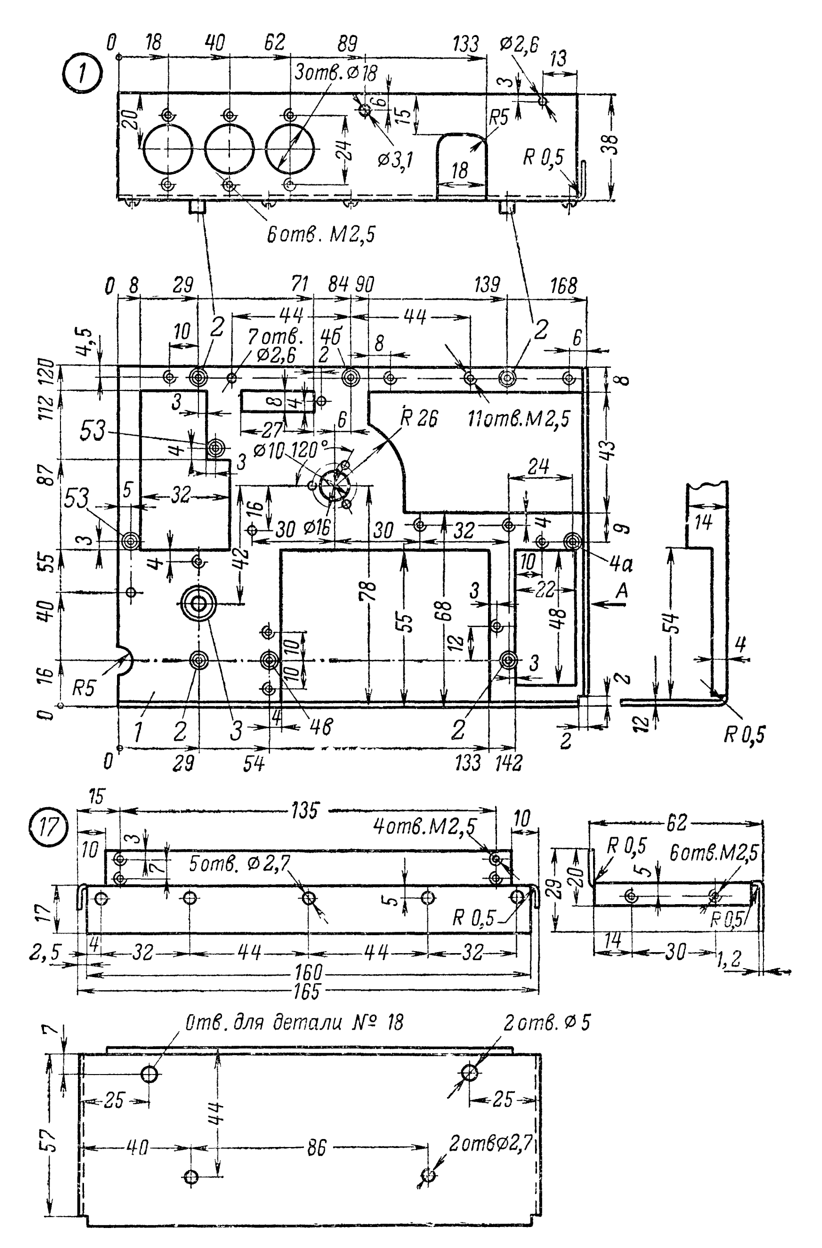


Рис. 3-43. Передняя и задняя части шасси.

При сборке узлов прижимного ролика и ролика обратной перемотки следует руководствоваться рис. 3-44. Необходимые для сборки технологические указания даны в подписях под рисунком. На шасси узлы роликов закрепляют с помощью оси *12* и гайки М2,5. Между рычагом *19* и втулкой *13* устанавливают шайбу *14*, что обеспечивает независимость вращения рычагов роликов вокруг оси *12*.

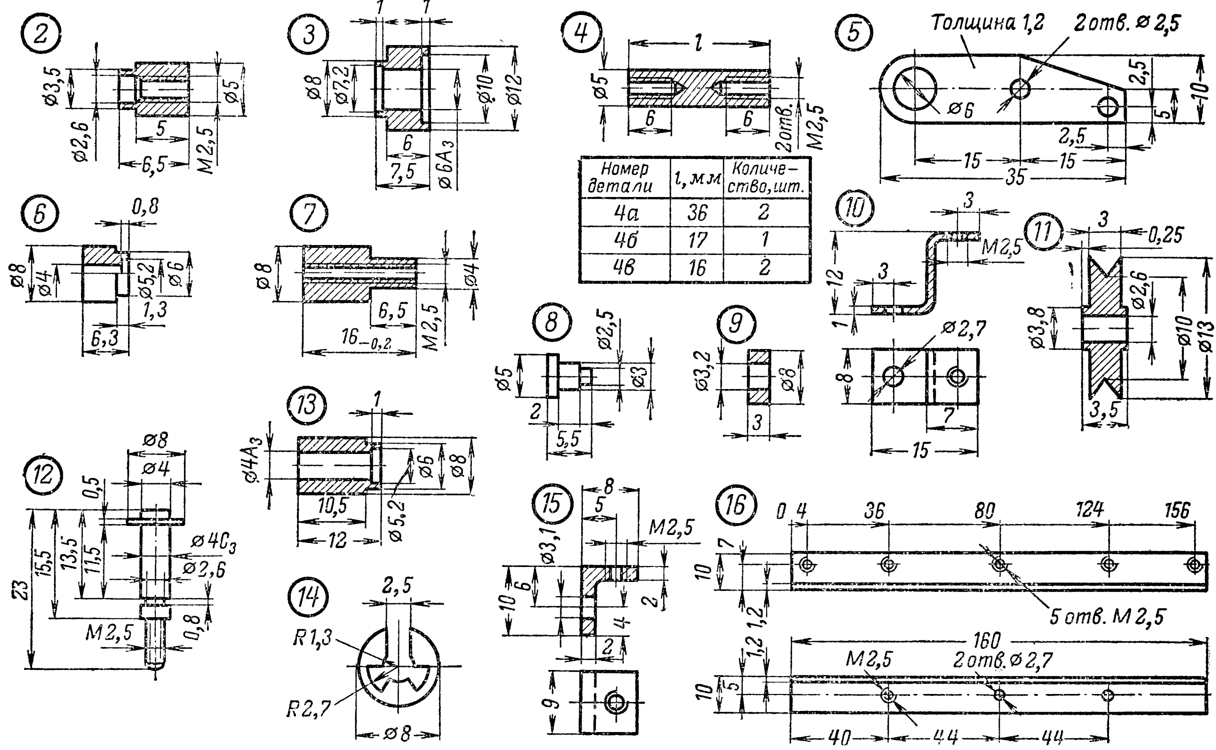
Для осей обводных роликов *11* использованы винты М2,5×5 с полукруглыми головками, у которых резьбовая часть не превышает 1,5 *мм*. Винты с надетыми роликами ввинчивают в резьбовые отверстия рычага *32* и расклепывают с обратной стороны заподлицо, обеспечив свободное вращение роликов. Пластину тормоза *33* (рис. 3-45) изготавливают из предварительно нагартованной листовой бронзы и закрепляют на рычаге *32* винтом М2,5×15. Затем к пластине *33* клеем БФ-2 приклеивают фетровую полоску размерами 15×3×0,5 *мм*.

Рычаг *26* надевают на свободный конец оси *12* (рис. 3-44) перед установкой магнитных головок. К рычагу целесообразно добавить небольшую пружину, противодействующую изменению его положения под действием собственного веса. Один конец пружины можно закрепить в дополнительно просверленном отверстии самого рычага, а другой на стойке *4б*

При сборке подающего и приемного узлов следует руководствоваться эскизами деталей, приведенными на рис. 3-46 и 3-47, а при сборке узла ведущего вала — эскизами деталей, приведенными на рис. 3-45. Чтобы устранить возможную деформацию ведущего вала и связанное с ней «плавание звука», следует соблюдать особую осторожность при запрессовке ведущего вала *68* в маховик *69*.

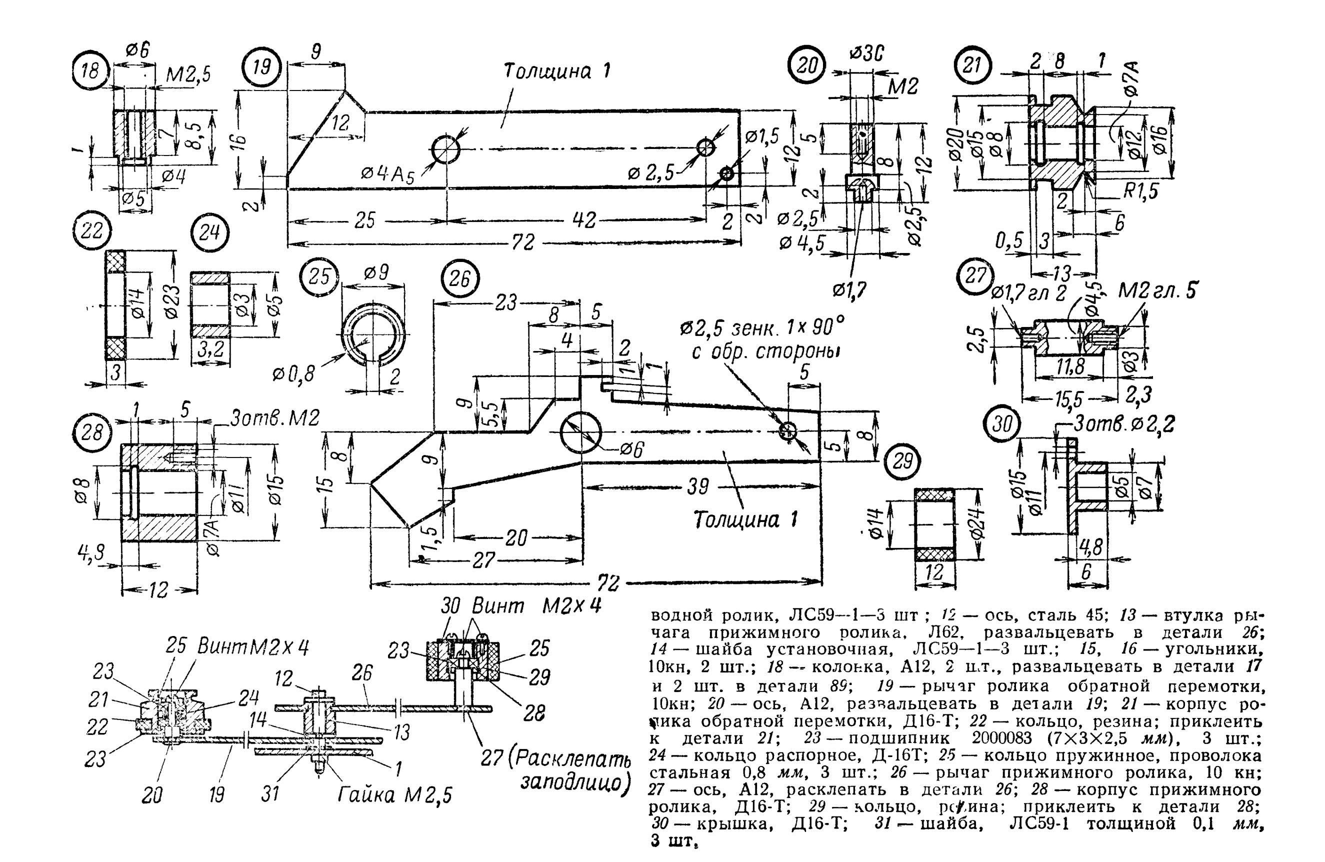
На рис. 3-48 представлены чертежи деталей, устанавливаемых на панели *45* рис. 3-42. После установки стирающей *ГС* и универсальной *ГУ* головок на панели устанавливают направляющие стойки *55*, *56* и *63*, детали *57—62* лентоприжимного механизма, детали *50—53* выключателя питания, детали *46—49* механического предохранителя и планку *54*, управляющую работой ползункового переключателя электрической части магнитофона. Закрепляющие контактные пружины *51* и *52*, винты М2×10 перед установкой изолируют двумя слоями кабельной бумаги. Далее, установив на место рычаг *32*, панель магнитных головок отверстием диаметром 6 *мм* надевают на ось *34* и закрепляют винтами М2,5×5. Два винта завинчивают в стойки *4в* и один в опорную колонку *7* (рис. 3-44). Затем на ось *34* надевают сектор *40* (рис. 3-45) и закрепляют его винтами М4×5 таким образом, чтобы выступ контактной пружины *51* находился в выемке изоляционной пластины *42*, а зазор между втулкой сектора и панелью *45* (рис. 3-48) не превышал 0,1—0,2 *мм*.

Для устранения помех электродвигатель следует поместить в двухслойный экран. Наружный слой экрана можно изготовить из листового пермаллоя толщиной 0,5 *мм*, а внутренний — из меди толщиной 0,1—0,15 *мм*. Между слоями следует проклеить один слой писчей бумаги, а затем электрически соединить их в одной точке (точка *а* на рис. 3-49). Затем электродвигатель обертывают эластичной листовой резиной, плотно вставляют внутрь экрана и закрепляют его на шасси двумя винтами М2,5×3. Таким же винтом скрепляют кронштейн *10* с роликом *11* (рис. 3-44), осью которого служит винт М2×5 с резьбовой частью 1,5 *мм*. Кронштейн *10* следует изогнуть таким образом, чтобы ролик находился в плоскости, проходящей через середину канавки маховика *69* и дно канавки шкива *72* на



Номер детали	l, мм	Количество, шт.
4а	36	2
4б	17	1
4в	16	2

Рис. 3-44. Детали лентопротяжного механизма. *2* — стойка, А12, 4 шт., развальцевать в детали *1*; *3* — втулка переключателя рода работ, А12, развальцевать в детали *1*; *4а, 4б, 4г* — стойки, А12; *5* — рычаг фиксатора, 10кн; *6* — втулка, Л62, развальцевать в детали **5**; **7** — опорная колонка, А12; *8* — ось ролика фиксатора, А12, расклепать в детали *5*; *9* — ролик, 45; *10* — кронштейн, 10кн; *11* — об-



водной ролик, ЛС59—1—3 шт ; *12* — ось, сталь 45; *13* — втулка рычага прижимного ролика, Л62, развальцевать в детали *26*; *14* — шайба установочная, ЛС59—1—3 шт.; *15*, *16* — угольники, 10кн, 2 шт.; *18* — колонка, А12, 2 шт., развальцевать в детали *17* и 2 шт. в детали *89*; *19* — рычаг ролика обратной перемотки, 10кн; *20* — ось, А12, развальцевать в детали *19*; *21* — корпус ролика обратной перемотки, Д16-Т; *22* — кольцо, резина; приклеить к детали *21*; *23* — подшипник 2000083 (7×3×2,5 *мм*), 3 шт.; *24* — кольцо распорное, Д-16Т; *25* — кольцо пружинное, проволока стальная 0,8 *мм*, 3 шт.; *26* — рычаг прижимного ролика, 10 кн; *27* — ось, А12, расклепать в детали *26*; *28* — корпус прижимного ролика, Д16-Т; *29* — кольцо, резина; приклеить к детали *28*; *30* — крышка, Д16-Т; *31* — шайба, ЛС59-1 толщиной 0,1 *мм*, 3 шт.

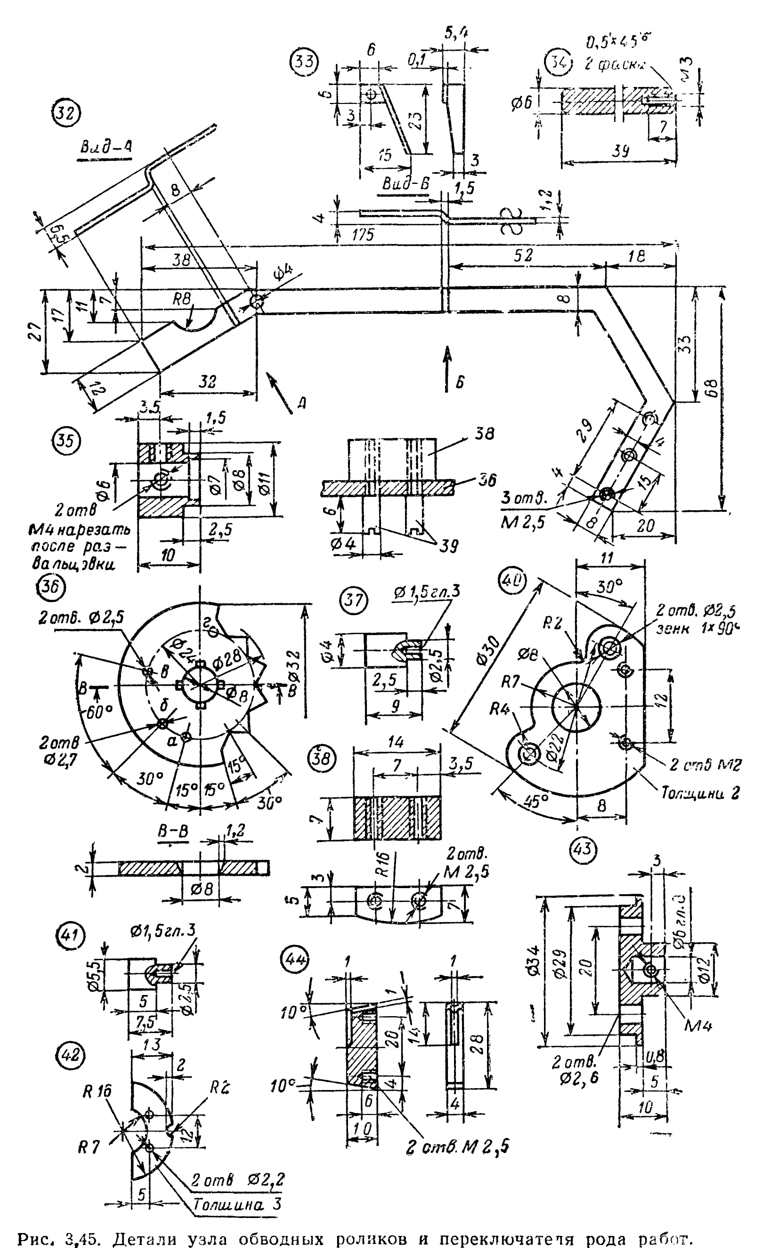


Рис. 3,45. Детали узла обводных роликов и переключателя рода работ.

32 — рычаг, Д16А-Т, 1 шт.; *33* — пластина тормоза, БрКМц3-1, 1 шт.; *34* — ось переключателя, сталь А12, 1 шт.; *35* — втулка, сталь А12, 2 шт., развальцевать в деталях *36* и *40*; *36* — зубчатый сектор, сталь 45, 1 шт.; *37* — штифт-толкатель, сталь А12, 2 шт., развальцевать в детали *36*, 1 шт. — в детали *40*; *38* — кулачок, ЛС59-1, 1 шт.; *39* — винт специальный М2,5×9, сталь А12, 1 шт.; *41* — толкатель, сталь А12, 1 шт., развальцевать в детали *40*; *42* — пластина изоляционная, текстолит, 1 шт.; *43*, *44* — детали ручки переключателя, Д16-Т по 1 шт.

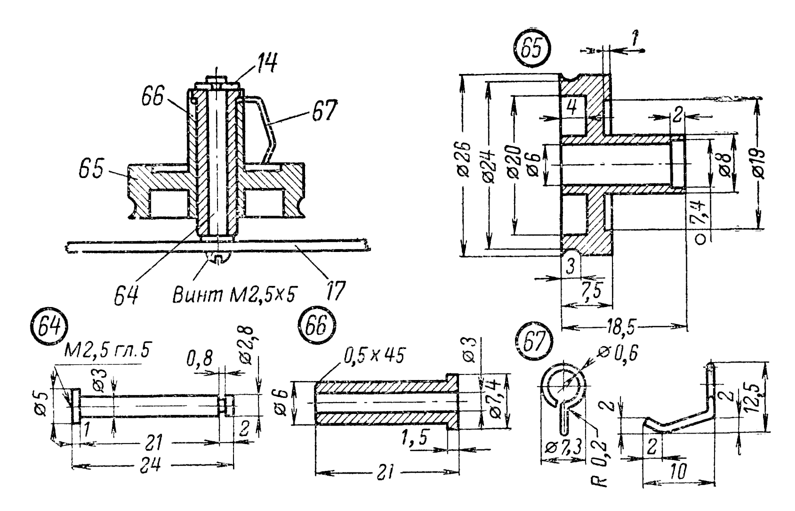


Рис. 3-46. Подающий (приемный) узел.

14 — шайба установочная; *17* — шасси; *64* — ось, сталь А12, 2 шт.; *65* — шкив подкатушечника, Д16-Т, 2 шт.; *66* — втулка, ЛС59-1, 2 шт., запрессовать в деталь *65*; *67* — фиксатор, проволока стальная диаметром 0,6 *мм*, 2 шт.

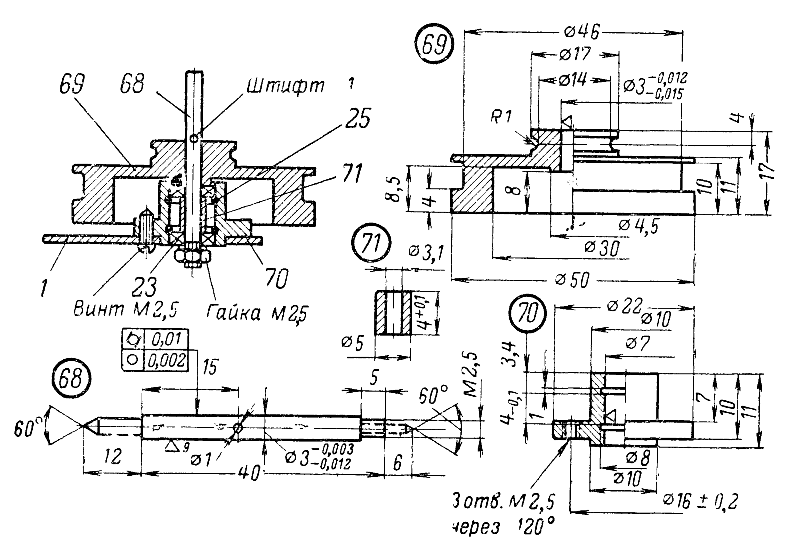
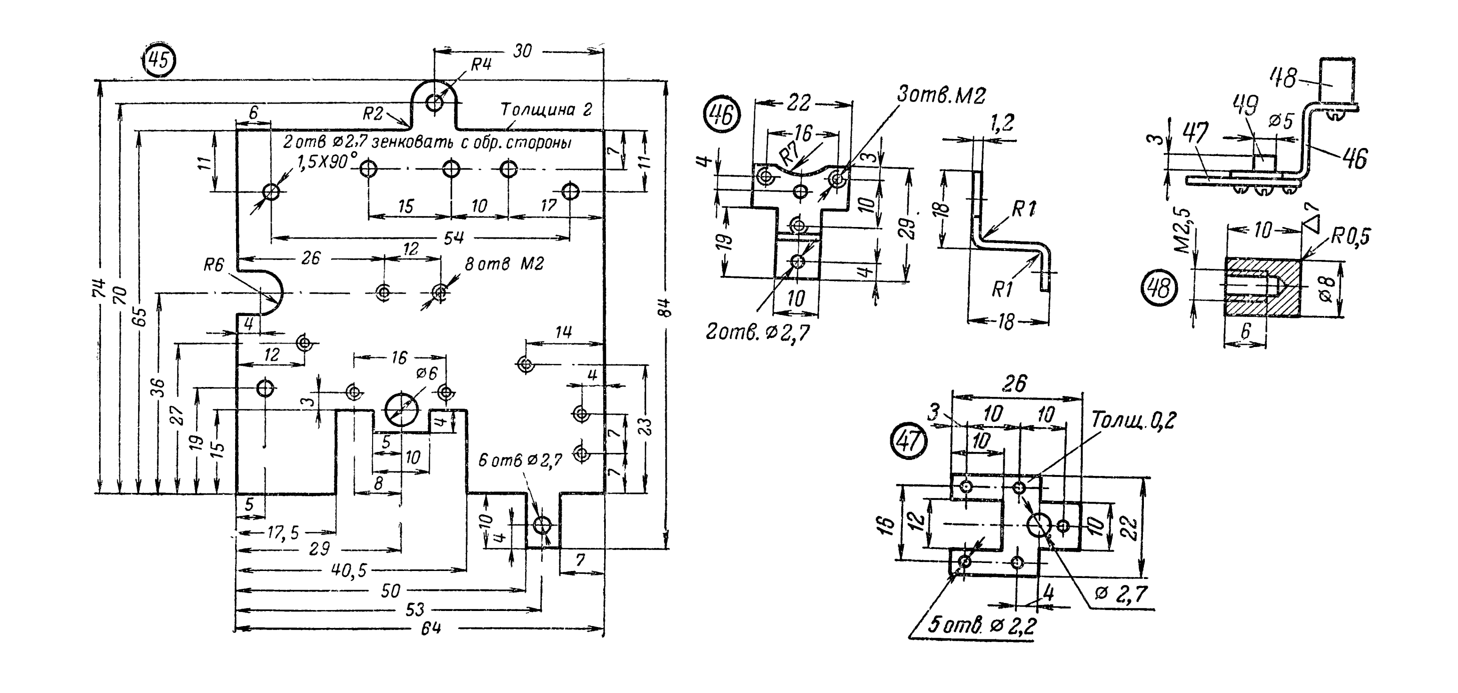


Рис. 3-47. Узел ведущего вала.

1 — шасси; *23* — шариковый подшипник 2000083 (7×3×2,5 мм), 2 шт.; *25* — кольцо пружинное, 2 шт.; *68* — ведущий вал, сталь 9ХС, калить НУС, *60—64*, шлифовать, 1 шт., запрессовать в деталь 69; *69* — маховик, сталь 20, 1 шт.; *70* — втулка, Д16-Т, 1 шт.; *71* — кольцо распорное, Д16-Т, 1 шт.


45
30
R4
R2
Толщина 2
6
2 отв ⌀2,7 зенковать с обр. стороны
1,5X90°
11
7
11
15
10
17
54
26
12
R6
8 отв M2
74
70
65
36
27
19
15
84
4
12
16
⌀6
3
4
5
10
8
14
4
23
7
7
6 отв ⌀2,7
5
17,5
29
40,5
50
53
64
10
4
7
46
22
16
R7
3отв.M2
4
3
10
29
19
4
10
2отв. ⌀2,7
1,2
18
R1
R1
18
48
49
⌀5
3
47
46
M2,5
10
R0,5
⌀8
48
6
26
3
10
10
10
Толщ.0,2
47
16
12
10
22
4
⌀ 2,7
5 отв. ⌀ 2,2

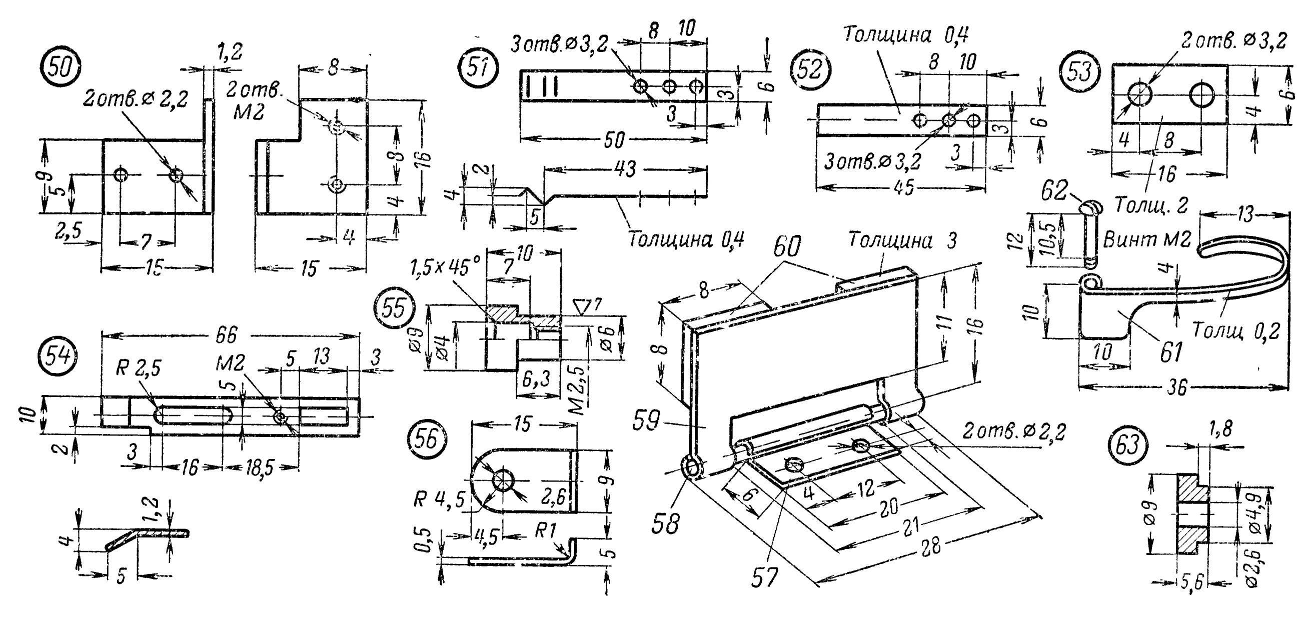
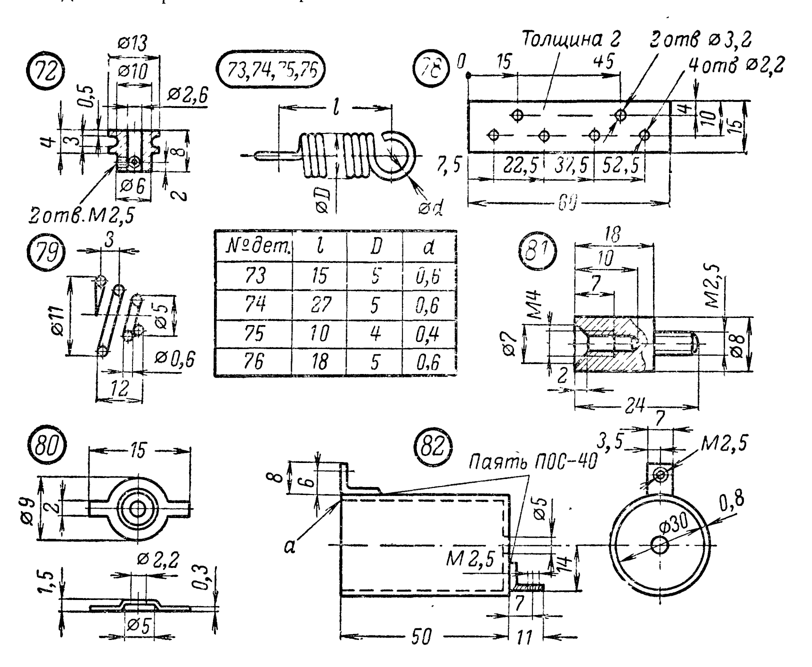


Рис. 3-48. Детали блока магнитных головок.

45 — панель, сталь 10кп, 1 шт.; *46* — угольник механического предохранителя, сталь 10кп, 1 шт.; *47* — пружина, сталь 65Г, 1 шт.; *48* — кнопка, эбонит, 1 шт.; *49* — упор предохранителя (круглая гайка М2,5), ЛС59-1, 1 шт.; *50* — угольник, сталь 10кп, 1 шт.; *51*, *52* — контактные пружины, БрКМц *3—1*, по 1 шт.; *53* — изоляционная прокладка, текстолит, 3 шт.; *54* — планка сталь 10кп, 1 шт.; *55* — направляющая стойка, ЛС59-1, 2 шт.; *56* — планка, Л62, 2 шт.; *57*, *59* — детали лентоприжима, жесть белая толщиной 0,4 *мм*, по 1 шт.; *58* — ось, проволока стальная диаметром 0,8 *мм*, 1 шт.; *60*—прижим, фетр, 2 шт., приклеить к детали *59* клеем БФ-2; *61* — толкатель, ЛС59-1, 1 шт.; *62* — винт специальный М2×12, 1 шт.; *63* — фасонная шайба, сталь А12, 3 шт.

оси электродвигателя Круглые резиновые пассики *83*, *84* и *85* использованы готовые от серийно выпускаемых магнитофонов. Диаметр первых двух пассиков *80*, а третьего 40 *мм*. Толщина резины пассика *83* равна 1 *мм*, а 84 и 85 — 2 *мм*.

Корпус магнитофона собирают из деталей, эскизы которых приведены на рис. 3-50. Верхняя *96* и нижняя *101* крышки — съемные.



№дет.	l	D	d
73	15	5	0,6
74	27	5	0,6
75	10	4	0,4
76	18	5	0,6

Рис. 3-49. Детали лентопротяжного механизма.

72 — шкив электродвигателя, ЛС59-1, 1 шт.; *73—76* — пружины, проволока стальная по 1 шт.; *78* — изоляционная пластина, гетинакс, 2 шт.; *79* — пружина коническая, проволока стальная 4 шт., закрепить с помощью заклепок *23* и деталей *80* на планках *78*; *80* — контакт, Л62, 4 шт.; *81* — стойка, сталь А12, 1 шт.; *82* — экран электродвигателя.

Верхняя крышка удерживается в закрытом состоянии винтом *98* и лапками *90*, отогнутые концы которых вставлены в прорези планок *91*. Винт *98* ввинчивают в стойку *81*, которая крепит фальшпанель *95* (рис. 3-51) и в свою очередь ввинчивается в стойку *46*, расположенную на шасси *1*.

В верхней крышке имеется прямоугольное отверстие, закрытое стеклом *97*, позволяющее наблюдать за расходом магнитной ленты.

В нижней крышке *101* также имеются две лапки *90*, однако в закрытом состоянии она фиксируется запором поворотного типа, состоящим из деталей *102*, *103* и *106*.

Собранный на шасси лентопротяжный механизм закрепляют на основании корпуса *86* восемью винтами *106*: четыре винта ввинчи-

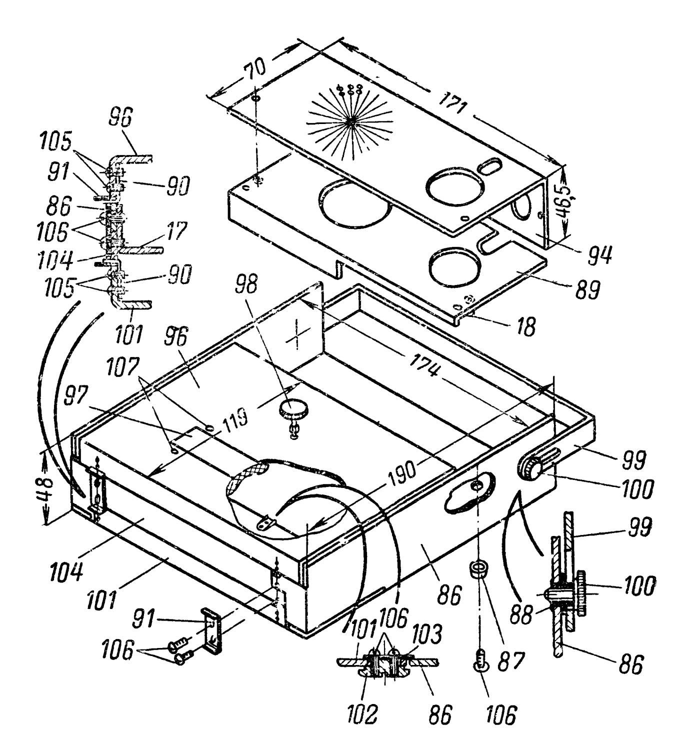


Рис. 3-50. Корпус магнитофона.

17 — задняя часть шасси; *18* — колонка, 2 шт., развальцевать в детали *89*; *86* — основание корпуса, АМг3-М, лист толщиной 1,5 *мм*, красить автоэмалью НЦ-11-203 «белая ночь»; *87* — ножки, Д16-Т, 4 шт.; *88* — втулка резьбовая, Л62-Т, 2 шт., развальцевать в детали *86*; *89* — панель громкоговорителя, АМцА-П, лист толщиной 1 *мм*; *90* — лапки, сталь 10кн, лист толщиной 0,8 *мм* 7 шт.; *91* — планки, сталь 10кн, лист толщиной 1 *мм*, 2 шт.; *94* — накладка, сталь 10кн, лист толщиной 0,5 *мм*, красить автоэмалью НЦ-11-203 «белая ночь»; *96* — крышка верхняя, АМг3-М, лист толщиной 1,5 *мм*, красить автоэмалью НЦ-11-203 «белая ночь»; *97* — стекло, органическое стекло толщиной 2 *мм*, соединить с деталью 96 заклепками 107; *98* — винт невыпадающий М4, сталь А12, никелировать; *99* — ручка переноса, сталь 10кн, лист толщиной 2 *мм*, никелировать; *100* — винт специальный М4 сталь А12, никелировать, 2 шт.; *101* — крышка, нижняя, АМг3-М, лист толщиной 1,5 *мм*, красить автоэмалью НЦ-11-203 «белая ночь»; *102* — ручка запора, Д16-Т, головку полировать; *103* — запор, сталь 65Г, лента толщиной 0,4 *мм*; *104* — накладка, АМг3-М, лист толщиной 1,5 *мм*, красить автоэмалью НЦ-11-203 «белая ночь»; *105* — винты М2×3,8 шт.; *106* — винты М2,5×5, 10 шт.; *107* — заклепки, АД1, 4 шт.

вают в стойки *2*, развальцованные на передней стороне шасси *1*, а остальные — в резьбовые отверстия на отогнутой части шасси *17*. Первые четыре винта одновременно крепят ножки *87*, а вторые — планки *91* и накладку *104*

Громкоговоритель крепится к панели *89* с помощью трех лапок *90* и винтов M2×5 с потайной головкой. Сама же панель закрепляется на лентопротяжном механизме винтами M2,5×5. Два винта ввинчивают в стойки *4а* на шасси *1*, а третий — в угольник *15*. Накладку *94* крепят к отогнутой части шасси *1* и панели *89* винтами с «потайной» головкой M2,5×3.

Рис. 3-51. Фальшпанель, Д16-Т, красить автоэмалью НЦ-11-203 «белая ночь».

Предварительную регулировку лентопротяжного механизма производят при снятом блоке магнитных головок. Ее начинают с уточнения размеров рычагов ролика обратной перемотки, прижимного и обводных роликов, а также подбора оптимальных величин усилий, создаваемых пружинами *73—75*.

Натяжение пружины *74* (см. рис. 3-49) должно обеспечивать четкую фиксацию переключателя рода работ во всех положениях при возможно меньшем усилии на переключение. Очень важно подобрать натяжение пружины *75*. При чрезмерном усилии, создаваемом этой пружиной, во время длительных перерывов в работе магнитофона резина ролика обратной перемотки в месте соприкосновения с маховиком *69* уплотняется и ролик «бьет» в режиме обратной перемотки. При слишком слабой пружине *75* наблюдается недостаточное сцепление ролика с маховиком, а отсюда слабая намотка ленты на подающую катушку и образование петли ленты слева от ведущего вала при установке переключателя в положение «Стоп».

В режимах «Воспроизведение», «Запись», «Ускоренная перемотка вперед» зазор между роликом и маховиком должен составлять 1—1,2 *мм*.

Пределы перемещения рычагов при установке переключателя рода работ в разные положения регулируют, подпиливая их в местах взаимодействия со штифтами-толкателями *37* и головками винтов *39* и кулачков *38* на зубчатом секторе *36*. Угол охвата шкива приемного узла пассиком *84* должен быть достаточным для привода его в движение во всех режимах работы, кроме перемотки назад. В этом же режиме пассик должен полностью отходить от шкива, а тормоз *33* с фетровой накладкой — вступать в работу.

Зазор между прижимным роликом *28* и ведущим валом во всех режимах работы, кроме «Записи» и «Воспроизведения», должен находиться в пределах 1,5—2 *мм*.

Закончив эту предварительную работу, следует смазать машинным маслом все трущиеся части и шарикоподшипники лентопротяжного механизма и, установив на место блок магнитных головок и сек-

тор *40* переключателя рода работ, через контакты *51*, *52* подвести питание к электродвигателю.

Источником питания на время налаживания лентопротяжного механизма может служить выпрямитель на напряжение 12 *в* и ток 100—150 *ма* или батарея с таким же напряжением, составленная из элементов большой емкости, например 373.

Проверив работу магнитофона на холостом ходу, устанавливают на него катушки с лентой и проводят испытание лентопротяжного механизма в различных режимах работы. Убедившись в исправной работе механизма, приступают к регулировке положения магнитных головок. Правильное положение головок относительно магнитной ленты устанавливают в режиме «Воспроизведение». Рабочие зазоры головок должны находиться в середине углов огибания головок лентой, а верхние края сердечников головок — совпадать с верхней кромкой ленты.

Давление прижимного ролика на ведущий вал регулируют, изменяя усилие пружины *73*. Это давление должно быть небольшим, но достаточным для получения постоянной скорости движения магнитной ленты. Недостаточный прижим ролика можно обнаружить на слух при воспроизведении хорошо знакомой фонограммы. Проверку производят в тот момент, когда на катушке осталось 5—6 *м* магнитной ленты. Если, постепенно увеличивая давление прижимного ролика на ведущий вал, не удается восстановить нормальную тональность звука, то пружину *73* необходимо заменить более сильной.

Однако очень сильный прижим ролика к ведущему валу создает повышенную нагрузку на электродвигатель и увеличивает мощность, потребляемую им от источника питания. Со временем усилие пружины *73* ослабевает и тем быстрее, чем больше зазор между прижимным роликом и ведущим валом в положении «Стоп». Поэтому зазор между ними должен быть не менее 1,5—2 *мм*.

Тормозящее усилие, создаваемое пластиной тормоза *33*, регулируют в режиме «Перемотка назад». При этом следует помнить, что сильное торможение правой катушки увеличивает плотность намотки ленты на левую катушку, но одновременно повышает нагрузку на электродвигатель и увеличивает время перемотки.

Электрическая часть батарейного магнитофона состоит из универсального усилителя, генератора тока стирания и подмагничивания и стабилизатора частоты вращения электродвигателя. Универсальный усилитель состоит из предварительного и оконечного усилителей.

Предварительный усилитель (рис. 3-52) выполнен на транзисторах T_1—T_4 по схеме с непосредственной связью между первым и вторым, а также третьим и четвертым каскадами.

Режим работы усилителя выбирается переключателем B_1. На рис. 3-52 этот переключатель показан в положении «Воспроизведение». Частотная характеристика усилителя корректируется цепью частотно-зависимой обратной связи $C_4R_7L_1C_3C_2$, включенной между первым и вторым каскадами. Контур L_1C_3 настроен на частоту 7 000 *гц*. Резонансное сопротивление контура на этой частоте относительно велико и действие отрицательной обратной связи ослаблено. В результате усилитель на частоте 7 000 *гц* имеет наибольшее усиление. Конденсатор C_2, включенный параллельно резистору R_6, также ослабляет отрицательную обратную связь по переменному току на высшей частоте рабочего диапазона и таким образом способствует повышению коэффициента его усиления на этой частоте.

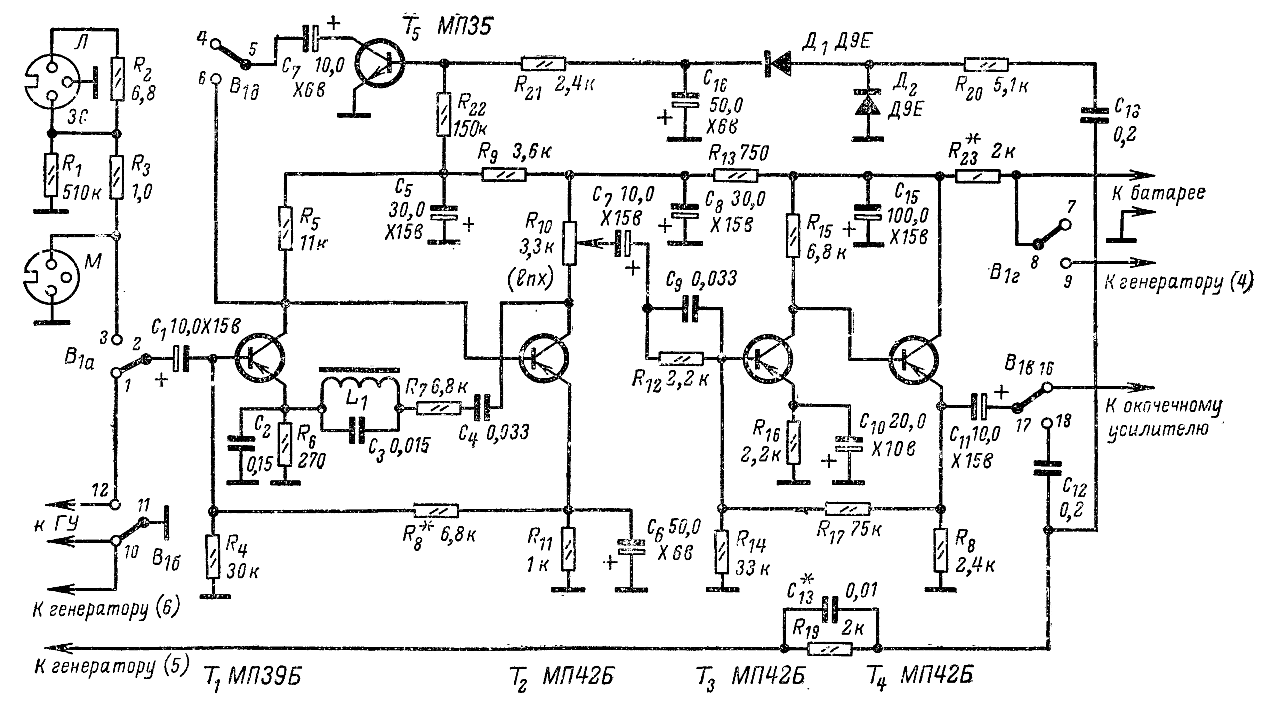


Рис. 3-52. Предварительный усилитель магнитофона.

На средних частотах 500—1 500 *гц* сопротивление контура L_1C_3 падает, глубина обратной связи увеличивается, а коэффициент усиления первых каскадов усилителя уменьшается. На низших частотах рабочего диапазона 80—100 *гц* возрастает сопротивление конденсатора C_4, поэтому действие обратной связи снова уменьшается, а коэффициент усиления увеличивается.

Дополнительная коррекция частотной характеристики усилителя в области высших частот осуществляется цепочкой C_9, R_{12}, сопротивление которой падает с увеличением частоты.

В данном усилителе нет переключателя цепей коррекции при переходе с режима записи на режим воспроизведения. Частотная характеристика усилителя соответствует требованиям режима воспроизведения. Для устранения подъема частотной характеристики в области низших звуковых частот в режиме записи между вторым и третьим каскадами усилителя включена цепочка C_9R_{12}.

Стабильность работы усилителя повышается с помощью параллельной отрицательной обратной связи по постоянному току, глубина которой устанавливается подбором сопротивления резистора R_8.

В режиме записи универсальная головка подключается к выходу усилителя контактами переключателей $B_{1б}$ и $B_{1в}$. Хорошую запись можно получить только при оптимальном уровне записи. Установить такой уровень записи с помощью ручной регулировки очень трудно, поэтому в батарейный магнитофон дополнительно введена автоматическая регулировка уровня.

Каскад автоматической регулировки уровня собран на транзисторе T_5. С выхода предварительного усилителя на базу этого транзистора через фильтр $R_{21}C_{16}$ поступает напряжение, предварительно выпрямленное диодами $Д_1$—$Д_2$. При малых уровнях сигнала транзистор T_5 закрыт отрицательным относительно эмиттера напряжением, поступающим на его базу через резистор R_{22}. Если выходное напряжение чрезмерно возрастает, напряжение на базе транзистора T_5 будет положительным и он откроется. В результате часть переменной составляющей коллекторного тока транзистора T_1 будет протекать через транзистор T_5 и первый каскад усилителя, а следовательно, уровень выходного канала снизится.

Время срабатывания и время восстановления системы автоматической регулировки уровня определяются в основном емкостью конденсатора C_{16}. При увеличении ее выше 50 *мкф* сужается динамический диапазон записываемой программы. Система автоматической регулировки уровня позволяет в большинстве случаев обойтись без ручной регулировки. Для этого достаточно ручку регулятора R_{10} поставить в положение, соответствующее максимальному усилению. При увеличении входного сигнала на 18 *дб* выходной сигнал увеличивается не более чем на 2,5—3 *дб*.

Режимы транзисторов по постоянному и переменному току приведены в табл. 3-4. Постоянные токи измерены авометром ТТ-4, а переменные — ламповым вольтметром ЛВ-9. Ток, потребляемый усилителем от источника питания, составляет 5 *ма*.

Переменные напряжения на выводах транзисторов измерены при входном напряжении 0,5 *мв* на частоте 1 000 *гц*.

Оконечный усилитель (рис. 3-53) собран по бестрансформаторной схеме на транзисторах T_1—T_5. Усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с выхода усилителя и через резистор R_{10} подается в цепь базы транзистора T_1. Оконечный усилитель потребляет от источника питания

Таблица 3-4

Обозначение по схеме	$U_к$, *в*	$U_э$, *в*	$I_к$, *ма*	$\sim U_б$, *мв*	$\sim U_к$, *мв*	$\sim U_э$, *мв*
T_1	0,58	0,2	0,8	0,5	2,5	—
T_2	—9,3	—0,45	0,5	2,5	55	—
T_3	—7	—1,8	0,7	11,5	1 250	—
T_4	—12	—6,8	3	1 250	0	1 200

ток 2 *ма* при отсутствии сигнала и 170 *ма* в режиме максимальной мощности.

Генератор тока стирания и подмагничивания (рис. 3-54) выполнен по двухтактной схеме. Частота генератора 36 *кгц*. Выходная обмотка контура генератора используется для питания как стирающей, так и универсальной головок. Транзисторы T_1, T_2 должны иметь идентичные параметры, тогда форма вырабатываемого генератором тока будет синусоидальной. Если транзисторы нагреваются, то следует применить катушки с сердечником, имеющим большую магнитную проницаемость, и проверить отсутствие в них короткозамкнутых витков.

Стабилизатор скорости (рис. 3-55) поддерживает число оборотов двигателя в пределах ±1,5% при изменении напряжения питания в пределах 18—11,8 *в* и существующей неравномерности нагрузки со стороны лентопротяжного механизма.

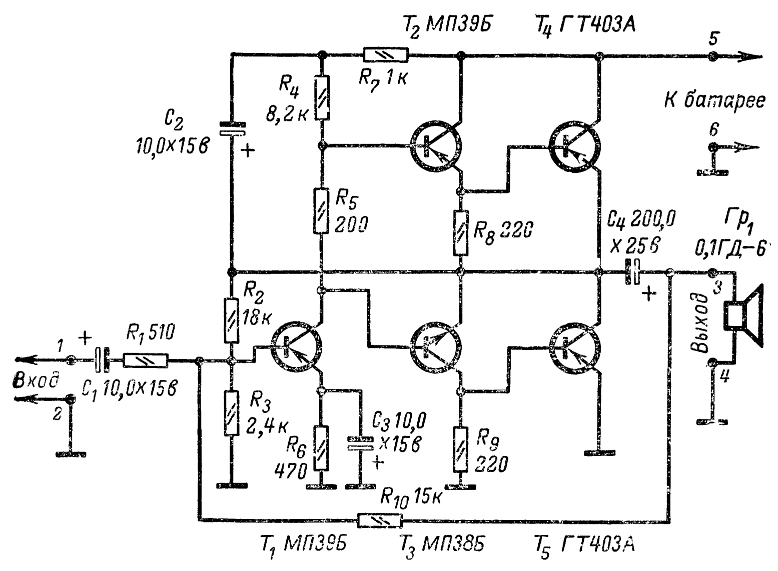


Рис. 3-53. Оконечный усилитель магнитофона.

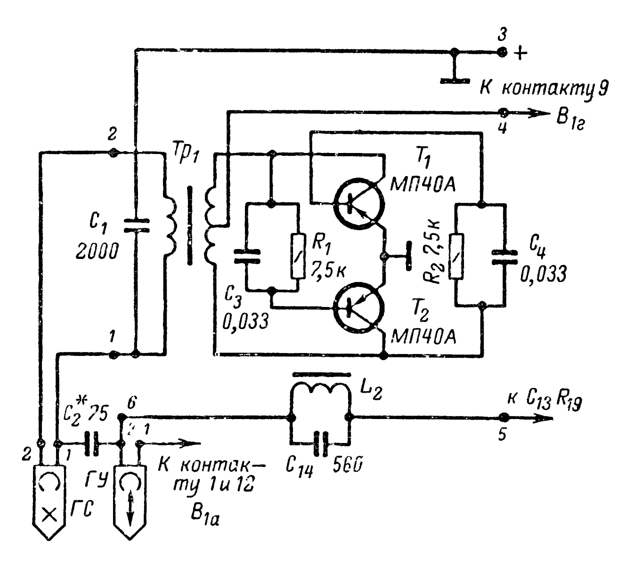


Рис. 3-54. Высокочастотный генератор тока стирания и подмагничивания.

Работает стабилизатор следующим образом. При увеличении нагрузки на валу двигателя скорость его падает, а ток через резистор R_6 включенный в цепь коллектора регулирующего транзистора T_1, увеличивается. В результате увеличивается и напряжение смещения на базе транзистора T_2. Ток базы этого транзистора возрастает и вызывает увеличение коллекторного тока и уменьшение сопротивления участка эмиттер — коллектор транзистора T_1. Таким образом, коллекторный ток этого транзистора увеличивается, сопротивление эмиттер — коллектор уменьшается и напряжение на электродвигателе увеличивается.

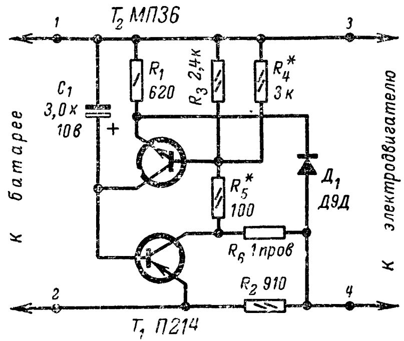


Рис. 3-55. Стабилизатор скорости.

Уменьшение нагрузки на валу электродвигателя вызывает увеличение сопротивления участка эмиттер — коллектор транзистора T_1, а это в свою очередь приводит к уменьшению напряжения на электродвигателе и к восстановлению его номинальной скорости.

При изменении напряжения источника питания изменяется ток через цепочку $Д_1R_1$ и, как следствие этого, напряжение на эмиттере транзистора T_2. коллек-

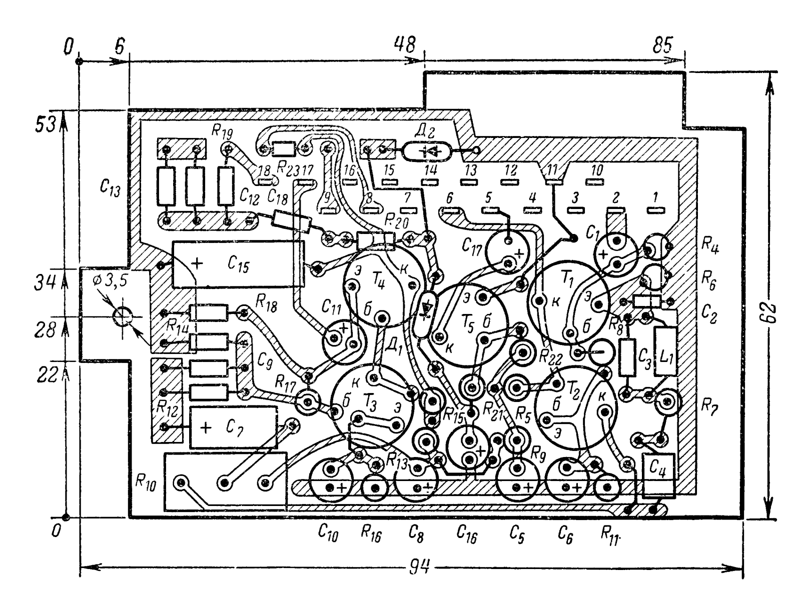


Рис. 3-56. Печатная плата предварительного усилителя.

Рис. 3-57. Печатная плата оконечного усилителя.

торный ток которого так управляет сопротивлением регулирующего транзистора T_1, что напряжение на электродвигателе поддерживается неизменным. Частота вращения электродвигателя устанавливается с помощью резисторов R_4, R_5.

Электрическая часть магнитофона смонтирована на четырех печатных платах (рис. 3-56—3-59). Плата предварительного усилителя установлена между переключателем рода работ и электродвигателем, плата генератора стирания и подмагничивания — под блоком головок, а платы оконечного усилителя и стабилизатора скорости — справа от маховика ведущего вала.

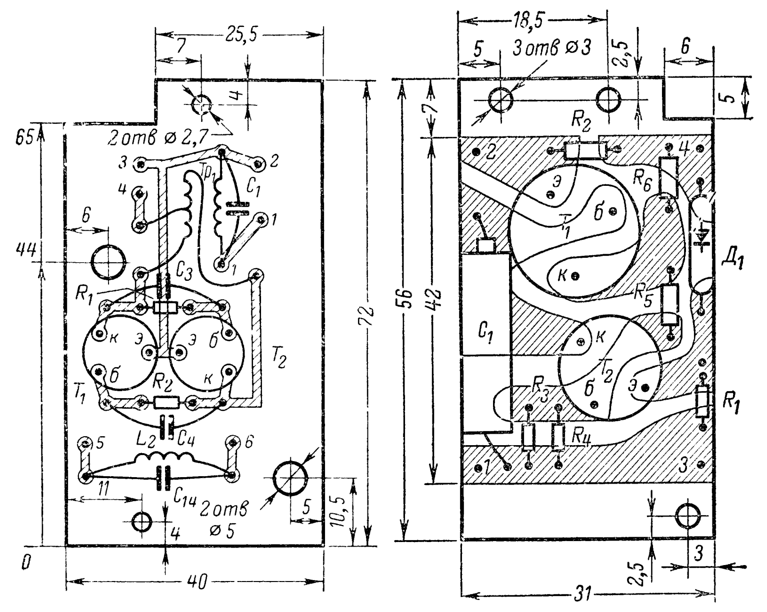


Рис. 3-58 Печатная плата высокочастотного генератора.

Рис. 3-59 Печатная плата стабилизатора скорости.

В качестве ползункового переключателя рода работ использован переключатель диапазонов от приемника «Сокол». Универсальная магнитная головка применена от магнитофона «Романтик», а стирающая — от магнитофона «Чайка-66».

В схеме магнитофона применяются резисторы типов МЛТ и УЛМ и электролитические конденсаторы типа К50-6. Резистор R_6 в стабилизаторе скорости — проволочный, намотан на резисторе МЛТ сопротивлением не менее 51 *ом*.

Катушки намотаны на кольцевых ферритовых сердечниках 1000НМ. Перед намоткой сердечники нужно покрыть лаком (например, маникюрным № 3). Катушки контура частотной коррекции предварительного усилителя и фильтр-пробки намотаны на кольцах К10×6×2,5 *мм*. Первая содержит 220, а вторая 235 витков провода ПЭЛШО 0,1.

Трансформатор высокочастотного генератора выполнен на кольце К18Х8Х5 *мм*. Коллекторная обмотка содержит 25+25 витков провода ПЭЛШО 0,14. Эту обмотку следует покрыть двумя слоями изоляционного лака и после этого намотать выходную обмотку, которая должна содержать 340 витков провода ПЭЛШО 0,1.

У транзистора T_1 предварительного усилителя коэффициент усиления $B_{ст}=60$, для T_2 и T_3 $B_{ст}=60\div80$, а для T_4 $B_{ст}=50$. В оконечном усилителе у транзисторов T_1—T_3 $B_{ст}=55\div60$, у T_4—T_5 $B_{ст}=50\div55$, в генераторе стирания у транзисторов T_1 и T_2 $B_{ст}=40$, а в стабилизаторе скорости у T_1 $B_{ст}=50$, а у T_2 $B_{ст}=45$.

Переносный акустический агрегат

Переносный акустический агрегат, сконструированный Н. Кравцовым, предназначен для совместной работы с переносным радиоприемником. Однако, предусмотрев соответствующую коммутацию,

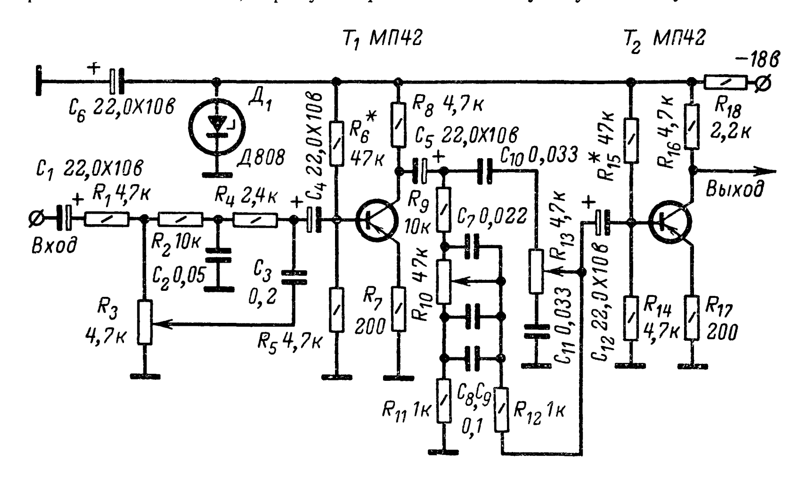


Рис. 3-60. Схема предварительного усилителя напряжения.

его можно подключить к переносному магнитофону, переносной радиоле, а также к любой стационарной радиоаппаратуре.

Агрегат состоит из УНЧ, стабилизированного выпрямителя, системы автоматического переключения с батарейного питания на сетевое и трех динамических громкоговорителей, размещенных в одном металлическом корпусе.

Чувствительность УНЧ агрегата 50—100 *мв*, выходная мощность его 3 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений 1%. Диапазон рабочих частот усилителя 30—15 000 *гц*. Глубина регулировки тембра на частоте 100 и 5 000 *гц*±12 *дб*. Ток в режиме молчания не превышает 20 *ма*, уровень фона при питании от сети переменного тока —50 *дб*. Мощность, потребляемая агрегатом от сети, составляет 10 *вт*. Габариты агрегата 335Х215Х125 *мм*, масса 3,5 *кг*.

Предварительный УНЧ агрегата собран на двух транзисторах

T_1 и T_2. включенных по схеме с общим эмиттером (рис. 3-60). Тонкомпенсированный регулятор громкости, состоящий из резисторов R_1, R_2, R_3, R_4 и конденсаторов C_2, C_3, включен на входе усилителя, а регуляторы тембра высших и низших звуковых частот — между первым и вторым каскадами. Регуляторы тембра выполнены по стандартным схемам и никаких особенностей не имеют. Напряжение питания предварительного усилителя стабилизировано стабилитроном $Д_1$.

Усилитель мощности агрегата собран по бестрансформаторной схеме на транзисторах T_3—T_8 (рис. 3-61). Транзисторы T_3, T_4 работают в каскадах предварительного усиления, T_5, T_6 в фазоинверторе, а T_7, T_8 в оконечном усилителе мощности. Напряжение питания стабилизировано стабилитроном $Д_2$. Весь усилитель мощности охвачен отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с выхода усилителя и через резисторы R_{33}, R_{34} подается соответственно в цепь эмиттера транзистора T_3 и в цепь базы транзистора T_4.

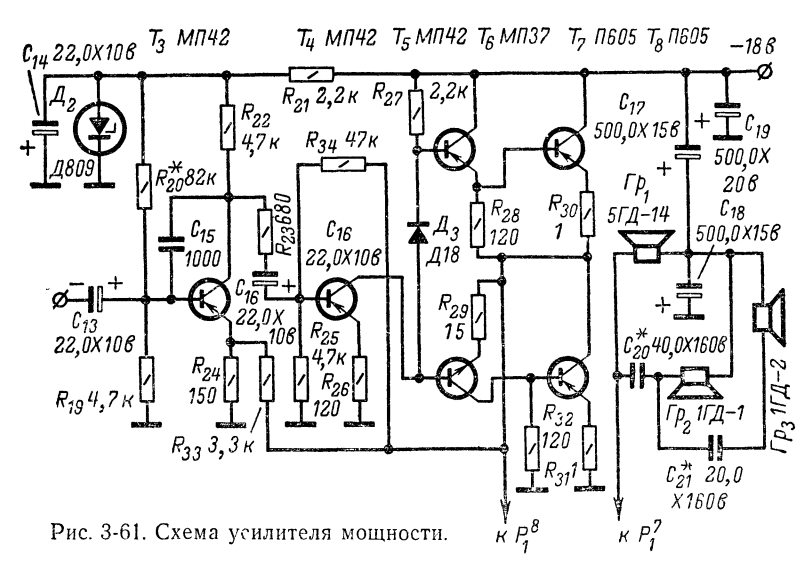


Рис. 3-61. Схема усилителя мощности.

Выпрямитель питания собран по мостовой схеме на диодах $Д_6$—$Д_9$ (рис. 3-62). Стабилизатор выполнен на транзисторе T_9. Напряжение на эмиттере этого транзистора с достаточной точностью повторяет напряжение на его базе, которое стабилизировано стабилитронами $Д_{11}$—$Д_{12}$ Выходное напряжение стабилизатора 18 *в*. Стабилитрон $Д_4$ стабилизирует напряжение питания приемника 9 *в* при работе его от сети переменного тока.

На рис. 3-63 показана схема соединения переносного приемника с акустическим агрегатом, а также автоматическая система переключения с батарейного питания на сетевое. При работе от сети срабатывает реле P_1 и своими контактами P_1^3 и P_1^4 отключает питание от УНЧ переносного приемника, а контактами P_1^7 и P_1^8 подключает

к выходу усилителя динамические громкоговорители. Напряжение НЧ с выхода детектора переносного приемника поступает на вход усилителя акустического агрегата, минуя собственный усилитель. Тембр и громкость звучания приемника можно менять при помощи регуляторов, установленных в агрегате. Лампочки подсвета шкалы приемника питаются в этом случае от выпрямителя агрегата.

Батарея приемника остается подключенной к источнику питания напряжением 9 *в* и подзаряжается от сети переменного тока. При отключении от сети переменного тока приемник автоматически переключается на работу от батарей. При этом громкоговорители агрегата контактами P_1^6 и P_1^7 реле P_1 подключаются параллельно громкоговорителю, установленному в приемнике, а батареи контактами P_1^3 и P_1^4 к его УНЧ.

При отключении кабеля, соединяющего приемник и акустический агрегат, напряжение от батарей подается на УНЧ приемника с помо-

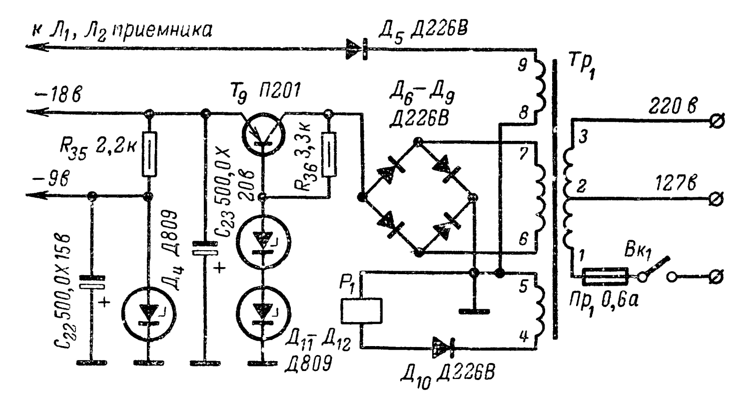


Рис. 3-62. Схема выпрямителя и стабилизатора напряжения.

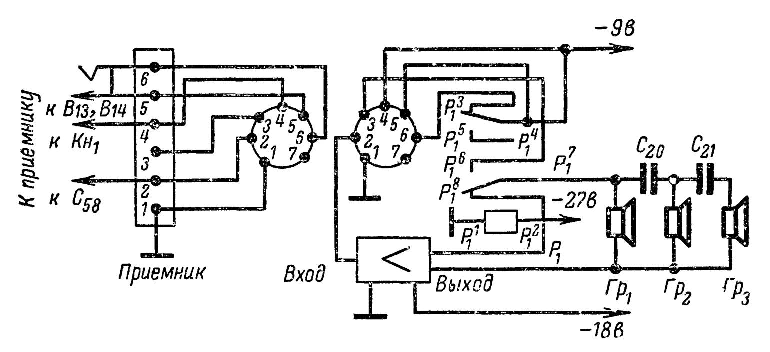


Рис. 3-63. Схема автоматической системы переключения с одного вида питания на другой.

щью блок-контакта, замыкающего контакты *5* и *6* выходных гнезд приемника (рис. 3-63).

Все узлы акустического агрегата размещены в корпусе из полутвердого алюминия, окрашенного автомобильной эмалью типа НЦ. Низкочастотный громкоговоритель 5ГД-14 установлен на фронтальной доске из липы толщиной 16 *мм* (рис. 3-64), а громкоговорители 1ГД-2 на боковых досках — из авиационной фанеры толщиной 10 *мм* (рис. 3-65). На правую стенку корпуса выведены ручки регуляторов громкости и тембра, а также выключатель питания.

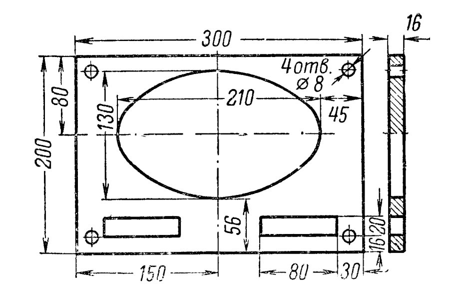
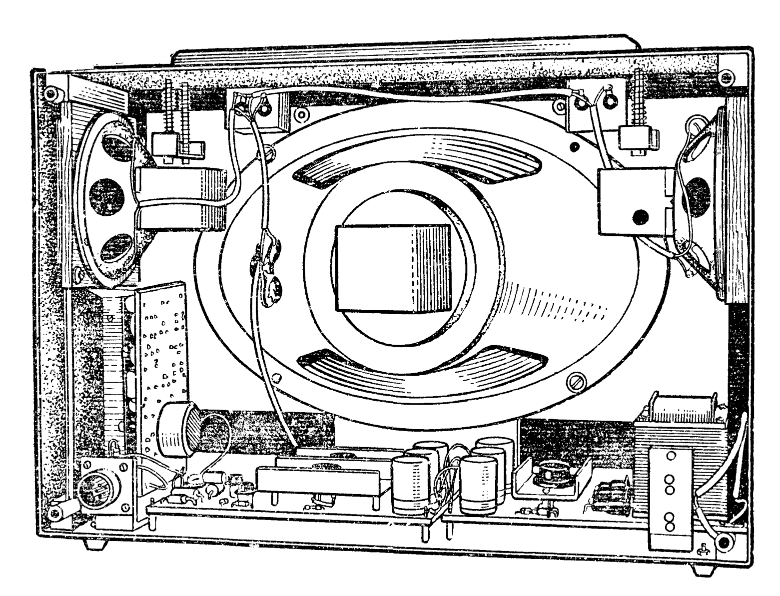


Рис. 3-64. Чертеж фронтальной доски агрегата.

Для подключения к приемнику и сети переменного тока в акустическом агрегате предусмотрены разъемы. Разъем, соединяющий агрегат с переносным приемником, изготовлен из семиштырьковой ламповой панельки, а его гнездовая часть из цоколя пальчиковой лампы.

Все узлы акустического агрегата смонтированы на трех печатных платах из фольгированного гетинакса толщиной 3 *мм*.


Рис. 3-65. Размещение основных узлов в корпусе агрегата.

На первой плате (рис. 3-66) размещены детали предварительного усилителя, на второй (рис. 3-67) — оконечного и на третьей (рис. 3-68) стабилизированного выпрямителя.

Мощные транзисторы оконечного усилителя и транзистор стаби-

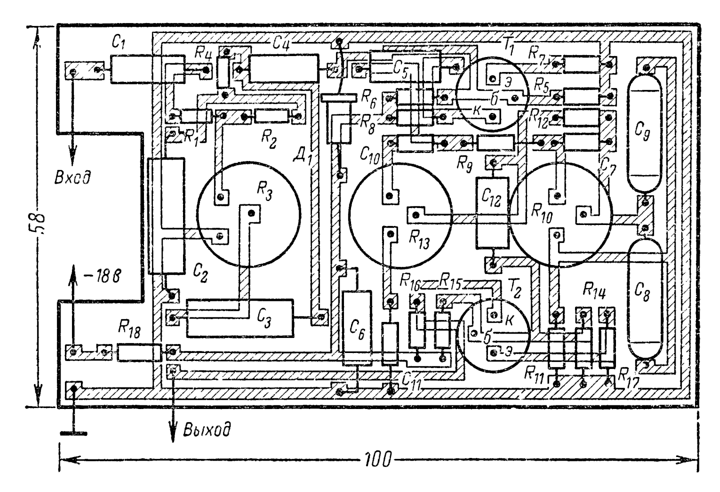


Рис. 3-66. Печатная плата предварительного усилителя.

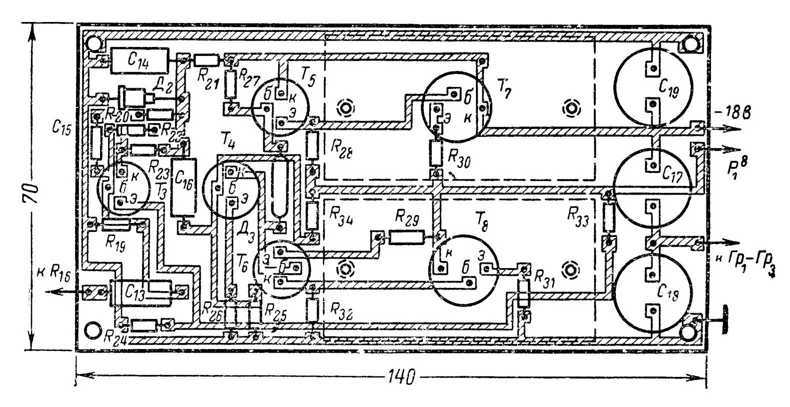


Рис. 3-67. Печатная плата усилителя мощности.

лизатора напряжения установлены на радиаторах, изготовленных из дюралюминия толщиной 1,5 *мм* (рис. 3-69).

В акустическом агрегате использованы постояннные МЛТ-0,25 и переменные СПО-0,5 резисторы. Резистор R_{29} состоит из двух параллельно включенных резисторов УЛМ с сопротивлением 30 *ом*

каждый. Резисторы R_{30} и R_{31} — проволочные. Электролитические конденсаторы C_{17}—C_{19}, C_{22} и C_{23} типа К50-6, другие электролитические конденсаторы — фирмы «Тесла». Остальные конденсаторы постоянной емкости можно использовать любого типа.

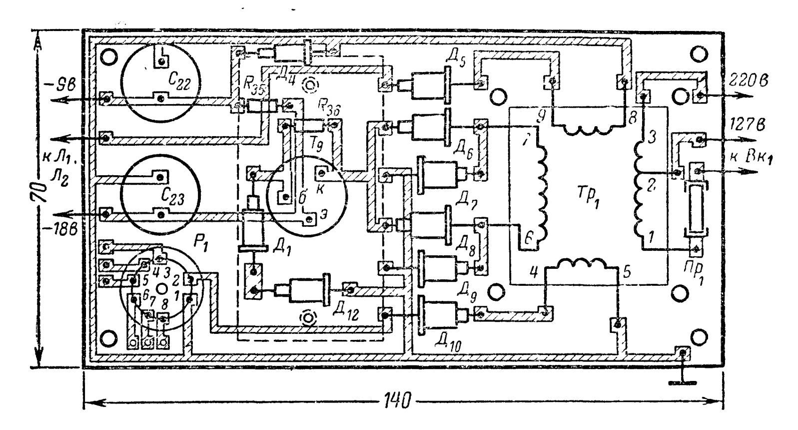


Рис. 3-68. Печатная плата выпрямителя и стабилизатора напряжения.

Реле P_1 — РЭС-9 с напряжением питания 27 *в* и максимальным током срабатывания 30 *ма*. Вместо РЭС-9 можно применить реле МКУ или любое другое, имеющее две перекидные группы контактов.

Транзисторы T_1—T_6 должны иметь коэффициент усиления $B_{ст} = 30 \div 80$, причем у транзисторов T_5—T_6 $B_{ст}$ должны быть возможно близкими. Транзисторы T_7 и T_8 рекомендуется подобрать с коэффициентом $B_{ст} = 50 \div 80$, причем эти коэффициенты не должны отличаться друг от друга более чем на 10%.

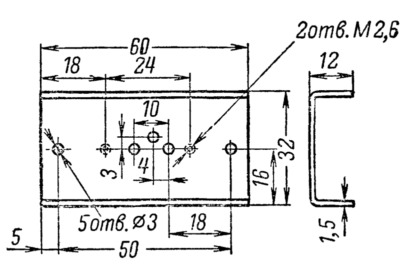


Рис. 3-69. Радиатор для установки мощных транзисторов.

Трансформатор стабилизированного выпрямителя Tp_1 выполнен на сердечнике из пластин Ш12, толщина набора 40 *мм*. Обмотка *1-2* содержит 1 270, а *2-3* — 930 витков провода ПЭВ-2 0,12, обмотка *6-7* 250 витков провода ПЭВ-2 0,38, а обмотки *4-5* и *8-9* соответственно 270 и 100 витков провода ПЭВ-2 0,25.

Необходимым условием хорошей работы агрегата является использование исправных деталей и правильность их монтажа. Поэтому перед настройкой необходимо тщательнейшим образом проверить все монтажные соединения и только после этого приступать к налаживанию, которое следует начинать с проверки работы выпрямителя

и УНЧ. Хорошая настройка усилителя возможна только при наличии специальных измерительных приборов: звукового генератора, осциллографа и т. д. Конечно, усилитель можно настроить и с помощью обычных авометров ТТ-1 или Ц-51, однако качество настройки в этом случае намного хуже. Методика настройки усилителя общепринятая и никаких особенностей не имеет.

Режимы работы транзисторов T_1 и T_2, как правило, устанавливаются автоматически, их коллекторные токи должны находиться в пределах 1—1,5 *ма*.

При токах, значительно отличающихся от указанных, следует изменить сопротивления резисторов R_6 и R_{15}

После установки нужного режима следует проверить работу регуляторов тембра. В верхнем (по схеме) положении движка регулятора тембра низших звуковых частот R_{10} уровень сигнала на частоте 100 *гц* должен на 12 *дб* (4 раза) превышать уровень сигнала на частоте 1 000 *гц*. Если это условие не выполняется, необходимо уменьшить сопротивление резистора R_{11}. Такую же операцию следует проделать и с регулятором тембра высших звуковых частот R_{13}, но уже для частоты 10 000 *гц*. В этом случае при отсутствии необходимого подъема +12 *дб* надо увеличить емкость конденсатора C_{10}. Однако здесь следует соблюдать некоторую осторожность, поскольку чрезмерное увеличение емкости конденсатора C_{10} может привести к прохождению через регулятор частоты 1 000 *гц* и нарушит эффект регулировки не только на высших, но и на низших звуковых частотах. В среднем положении движков потенциометров R_{10}, R_{13} частотная характеристика должна быть равномерна в полосе частот 30—15 000 *гц*.

Подобрав режимы транзисторов предварительного усилителя, приступают к подгонке режимов усилителя мощности. Режим транзистора T_3 подбирают, изменяя сопротивление резистора R_{20} так, чтобы коллекторный ток этого транзистора находился в пределах 1—1,5 *ма*. Режимы остальных транзисторов усилителя T_4—T_8 устанавливают, изменяя сопротивление резистора R_{34} так, чтобы напряжение в точке соединения резистора R_{30} и коллектора транзистора T_8 равнялось половине напряжения питания, а ток, потребляемый оконечным усилителем, находился в пределах 15—20 *ма*. Глубина обратной связи подбирается резисторами R_{24} и R_{33}.

При налаживании акустического агрегата особое внимание следует обратить на правильность фазировки громкоговорителей. Для этого можно воспользоваться батареей, подключая к ней поочередно все громкоговорители. При одинаковой фазировке диффузоры громкоговорителей будут двигаться в одну сторону. Теперь при установке в корпус агрегата достаточно одноименные «полюсы» громкоговорителей соединить вместе.

Электрогитара

Применение средств электроники и электроакустики позволяет придавать звучанию обычной гитары большую громкость и использовать различные эффекты, «окрашивающие» звучание инструмента в совершенно новые тона. При этом гитара практически остается легко транспортируемым, негромоздким инструментом, к тому же вполне доступным для изготовления радиолюбителем средней квалификации.

Более того, простейшую электрогитару можно сделать из обычной, акустической гитары, добавив к последней установленный под струнами электромагнитный звукосниматель. Правда, такая гитара будет обладать рядом недостатков, основным из которых является влияние колебаний деки на работу звукоснимателей. Объясняется такое влияние тем, что электрический сигнал на выходе звукоснимателя появляется из-за колебания стальной струны в магнитном поле. Естественно, что для получения сигнала, соответствующего по форме колебанию струны, само магнитное поле должно быть неподвижным (в пространстве), а колебаться — только сама струна. Если же вместе с колебаниями струны возникают и колебания звукоснимателя, то сигнал на его выходе неизбежно окажется искаженным.

Из-за недостатков, присущих адаптеризированной (т. е. акустической, снабженной звукоснимателем) гитаре, для исполнения в составе ансамблей преимущественно используются электрогитары, не имеющие акустического корпуса.

Одна из конструкций электрогитары, предназначенной для концертных целей, предложена московскими радиолюбителями Б. В. Портным и Н. Н. Невским. Эта гитара может использоваться в качестве солирующего инструмента (так называемой лидер-гитары или гитары-соло) в инструментальном или вокально-инструментальном ансамбле. Основные требования, предъявляемые к конструкции гитары-соло, — это наличие на грифе не менее 20 ладов, к которым должен иметься свободный доступ, и применение устройства для получения вибрато глубиной до двух полутонов в обе стороны.

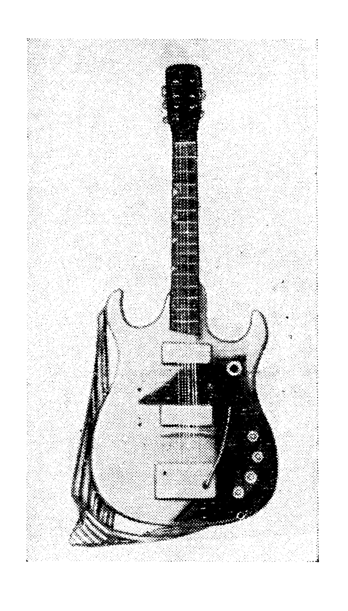


Рис. 3-70. Внешний вид электрогитары.

Первое требование выполняется приданием корпусу особой формы — с двумя глубокими вырезами по обеим сторонам грифа (рис. 3-70). Глубокое вибрато осуществляется с помощью специального механического устройства, о котором будет рассказано позднее. Корпус гитары можно сделать многослойным (из фанеры) или сплошным (из деревянной доски) толщиной 20—30 *мм*. Материал корпуса должен быть прочным, не подверженным деформациям на изгиб. В то же время желательно, чтобы он имел не слишком большую массу, так как излишнее утяжеление гитары создает определенные неудобства для исполнителя.

Условие малой деформации материала очень важно, поскольку сила натяжения струн достигает 380 *н*, а любая деформация корпуса, приведет к «плаванию звука».

Гриф гитары можно выполнить вместе с пером из цельного бруска твердого дерева или склеить из нескольких планок, которые предварительно должны быть хорошо высушены. Для повышения проч-

ности весьма желательно в центр грифа вставить металлический стержень Можно также применить и готовый гриф (от акустической гитары).

Для упрощения конструкции перо можно изготовить отдельно от грифа, прикрепив его к грифу любым способом, обеспечивающим прочное соединение.

Гриф можно прикрепить к корпусу гитары с помощью металлической пластины толщиной около 5 *мм*, как показано на рис. 3-71.

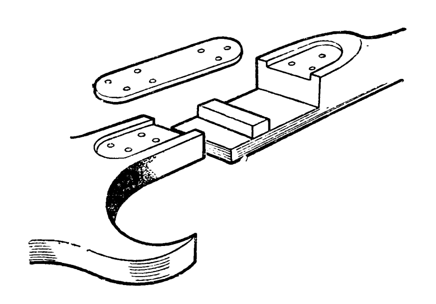


Рис. 3-71. Способ крепления грифа к корпусу гитары.

В пластине следует просверлить трех- или пятимиллиметровые отверстия и нарезать в них резьбу либо сделать углубления под гайки Гриф и корпус крепят к пластине с помощью болтов, проходящих через сквозные отверстия. Не следует применять крепление шурупами, ввинчиваемыми в гриф и корпус, так как прочность такого соединения в данном случае оказывается недостаточной.

Гриф должен быть прикреплен под углом к корпусу (как показано на рис. 3-72) для того, чтобы было возможно регулировать высоту струн. Крепление грифа под углом достигается с помощью распорки.

Струны закрепляют на колках грифа и во втулке механического вибратора. Устройство вибратора показано на рис. 3-73. Принцип его действия основан на уравновешивании сил натяжения струн, закрепленных в поворачивающейся на осях втулке *1*, действием пружины *2*. С помощью рычага *3* можно смещать точку равновесия в обе стороны от нейтрального положения, увеличивая или уменьшая силу натяжения струн и изменяя тем самым высоту звука. Втулку *1* вытачивают из алюминия или другого металла. Для крепления пружины и рукоятки во втулке пресверливают четыре отверстия, а для крепления струн — шесть отверстий. перпендикулярных первым четырем. На корпусе гитары втулку укрепляют с помощью двух стальных угольников *4*.

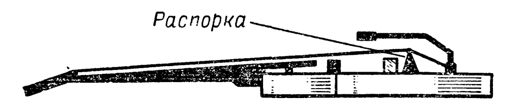


Рис. 3-72. Вид гитары сбоку.

Пружину *2* изготавливают из ножовочного полотна толщиной 1,5—2 *мм*. Для крепления к втулке в пружине также просверливают отверстия, сквозь которые проходят болты. Отверстия можно сверлить либо победитовым, либо обычным сверлом, предварительно отпустив пружину (нагрев ее до красного каления и медленно охладив в воздухе). В последнем случае после сверления отверстий пружину

необходимо вновь закалить, нагрев ее до белого каления и быстро охладив в воде. Рукоятку *3* изготавливают из стального прутка диаметром 4—6 *мм*.

При закреплении механического вибратора на корпусе необходимо учесть, что его расстояние от верхнего порожка грифа должно быть на 100—120 *мм* больше длины мензуры, т. е. удвоенного расстояния от верхнего порожка до 12-го лада. Распорку (рис. 3-72) устанавливают точно на длину мензуры. Ее положение подбирают опытным путем, исходя из того, что при правильно установленной распорке каждая струна, прижатая на 12-м ладу, должна звучать в октаву с открытой струной. Высота распорки подбирается так, чтобы высота струн над 12-м ладом составляла 3 *мм*.

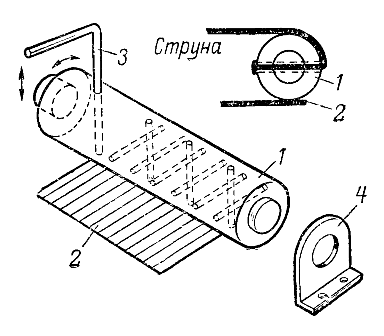


Рис. 3-73 Устройство механического вибратора.

В простейшей конструкции гитары можно использовать один звукосниматель. Для гитары-соло желательно устанавливать два-три звукоснимателя, которые могут поочередно подключаться к усилителю. Тембр звука сильно зависит от положения звукоснимателя. Так, например, звукосниматель, расположенный ближе к грифу, лучше передает низкие частоты, а расположенный у нижнего порожка — высокие частоты. Для каждого звукоснимателя можно сделать отдельный выход или использовать переключатель. Таким образом, можно получать на выходе широкий диапазон частот.

Звукосниматели можно использовать как заводские, так и самодельные. Простейший самодельный звукосниматель представляет собой плоский магнит в виде бруска, намагниченного в поперечном направлении, так что ко всем струнам обращен одноименный его полюс. На магнит следует намотать (в плоскости, параллельной плоскости струн) обмотку, состоящую из 1,5—2 тысяч витков тонкого провода (например, ПЭЛ 0,08).

Лучшее качество звучания обеспечивают звукосниматели, имеющие несколько полюсных наконечников (по числу струн) и отдельные обмотки на каждом наконечнике. Для регулировки силы сигнала каждой струны они должны допускать изменение величины зазора между струной и наконечником.

Для получения различных тембровых окрасок звучания гитары в данной конструкции применен регулятор тембра на резисторах R_6—R_{10} и конденсаторах C_4—C_7 (рис 3-74). Для предварительного усиления сигнала звукоснимателя применен двухкаскадный усилитель на транзисторах T_1 и T_2, включенных по схеме с общим эмиттером. Этот усилитель может питаться либо непосредственно от батареи напряжением около 3,5 *в* (можно использовать батарею 3336Л или выпрямитель), либо от дополнительного устройства — генератора амплитудного вибрато. Схема этого генератора приведена на рис. 3-75. При использовании генератора вибрато точку, обозначенную буквой *А* на принципиальной схеме предварительного усилителя (рис. 3-74), соеди-

няют с точкой A генератора вибрато. При этом на усилитель подается не постоянное напряжение питания, а изменяющееся с частотой вибрато. Эту частоту можно регулировать с помощью переменного резистора R_2 в пределах от 5 до 20 *гц*. Применение амплитудного вибрато придает звуку гитары специфическое «электронное» звучание, а при малой частоте вибрации создает впечатление реверберации (эхо).

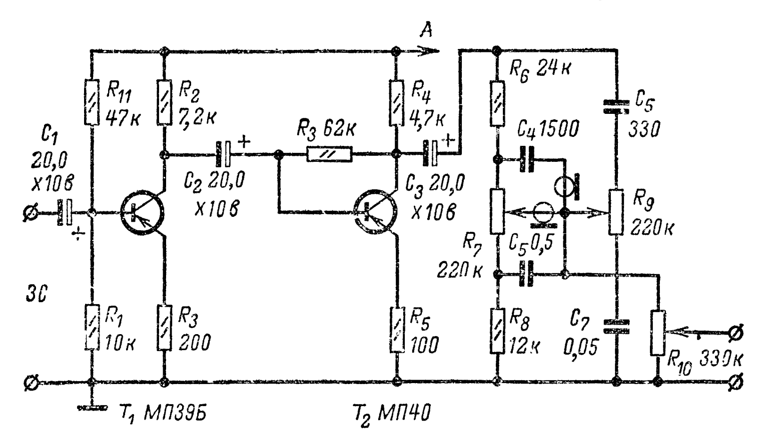


Рис. 3-74. Принципиальная схема предварительного усилителя.

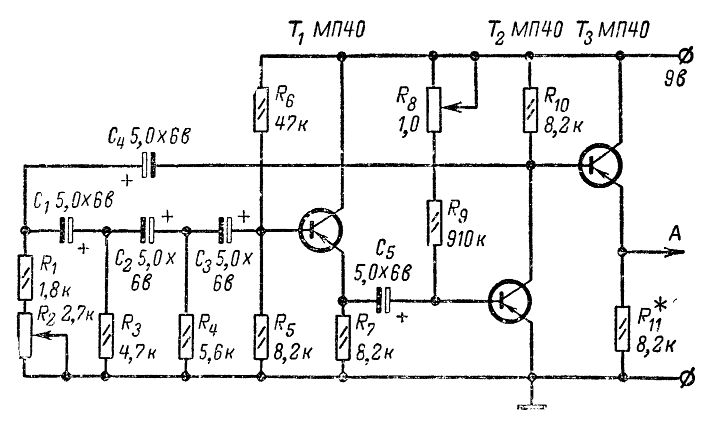


Рис. 3-75. Принципиальная схема генератора амплитудного вибрато.

С выхода регулятора тембра сигнал поступает на основной усилитель, мощность которого зависит от конкретных условий.

Корпус гитары используется для размещения отдельных узлов электрической части гитары. Их расположение показано на рис. 3-76. Здесь обозначены: *1* — переключатель датчиков; *2* — предваритель-

ный усилитель; *3* — плата регулятора тембра; *4* — регулятор высших частот (R_9); *5* — регулятор низших частот (R_7); *6* — регулятор громкости (R_{10}); *7* — выходные гнезда; *8* — гнезда питания предварительного усилителя.

При применении исправных деталей и отсутствии ошибок в монтаже предварительный усилитель не требует налаживания. Для гене-

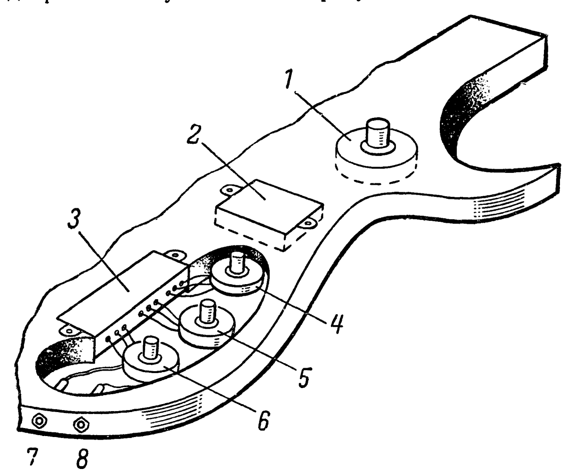


Рис. 3-76. Расположение элементов электрической части на корпусе гитары.

ратора амплитудного вибрато следует отобрать транзисторы с возможно большим коэффициентом усиления $B_{ст}$. Это обеспечит большую устойчивость работы генератора. Желаемый диапазон регулировки частоты вибрации устанавливают при налаживании подбором резистора R_1. С помощью переменного резистора R_8 можно регулировать амплитуду сигнала генератора в пределах 0,5—1,5 *в*, а подбором резистора R_{11} можно регулировать величину постоянной составляющей напряжения, используемого для питания предварительного усилителя.

После установки всех деталей на корпусе гитары их закрывают фальшпанелью. Корпус покрывают нитрокраской, лаком или закрывают декоративной накладкой из цветного органического стекла.

На основании описанной конструкции радиолюбитель также может изготовить гитары и двух других партий — ритм-гитару и бас-гитару. Ритм-гитару можно выполнить по аналогичной электрической схеме или упростить, выбрав заранее тембр звука и установив соответственным образом звукосниматели. В этом случае отпадает надобность в регулировках тембра и предварительном усилителе, хотя амплитудную вибрацию звука можно осуществить лишь при наличии последнего.

Для бас-гитары можно с успехом обойтись одним звукоснимателем, напряжение с которого подать непосредственно на УНЧ с соответствующими фильтрами. При этом датчик надо устанавливать так,

чтобы расстояние между ним и струнами было равно примерно 15—20 *мм*. При этом достигается лучшее воспроизведение низших частот и подавление высших.

«Электрониум»

Применение электромузыкальных инструментов (ЭМИ) открывает перед исполнителями новые, ранее недостижимые возможности в отношении получения простыми способами различных тембров звучания инструмента и многочисленных звуковых эффектов. Практиче-

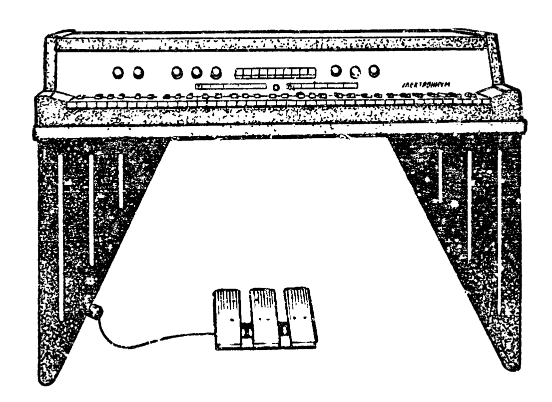


Рис. 3-77. Электромузыкальный инструмент «Электрониум» (внешний вид).

ски это означает, что музыкант, владеющий техникой игры только на клавишном музыкальном инструменте (фортепиано, аккордеоне), способен исполнять музыкальные произведения, в которых звучат балалайки и мандолины, гобои и валторны. Более того, тембровое многообразие ЭМИ позволяет получить совершенно новые, «электронные» оттенки звучания.

Эти положительные качества ЭМИ обусловливают их все возрастающую популярность. Электромузыкальные инструменты используются как в составе оркестров, так и в качестве «домашнего» музыкального инструмента. Многие радиолюбители, обладающие достаточно высокой квалификацией, изготавливают такие инструменты самостоятельно. Подчас эти радиолюбительские конструкции по меньшей мере не уступают промышленным образцам.

Именно такой ЭМИ (рис. 3-77), обладающий весьма высокими характеристиками, сконструировал калининский радиолюбитель А. И. Митрофанов

«Электрониум» представляет собой многоголосный клавишный ЭМИ с широким частотным диапазоном — от ноты «ре» контроктавы до ноты «ре» четвертой октавы (т. е. в пределах шести октав).

В основу конструкции заложен известный принцип октавного преобразования частот, генерируемых 12 задающими генераторами. С помощью формантно гармонического синтеза тембров, допускающе-

го преобразование формы каждого составляющего сигнала, инструмент позволяет получить многообразные тембровые «окраски» звучания.

В отличие от описанных ранее радиолюбительских конструкций клавиатура «Элекрониума» (рояльного типа, содержащая 73 клавиши) снабжена специальными манипуляторами на полупроводниковых диодах. Применение этих манипуляторов (их число соответствует числу клавиш) позволило значительно повысить качество звучания инструмента, т. е. избавиться от резкого нарастания (атаки звука) и быстрого затухания сигнала после отпускания клавиши, присущих ЭМИ, в которых осуществляется непосредственное управление с по-

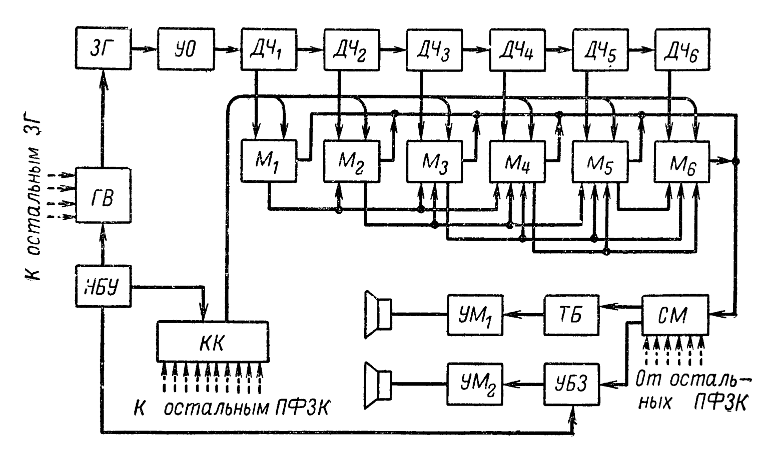


Рис. 3-78. Блок-схема «Электрониума».

мощью контактов клавиш. Кроме улучшения качества, применение манипуляторов расширяет возможности исполнителя, поскольку в данном случае тембровый оттенок звучания инструмента зависит от скорости нарастания и затухания колебаний отдельных тонов. Это позволяет осуществить гармонический синтез тембра добавлением к колебанию основной частоты колебаний кратных частот, форма которых может отличаться от формы основного колебания. При применении манипулятора появляется возможность регулировать время затухания звука, управлять громкостью с помощью изменения режима работы манипулятора и даже играть на нескольких однотипных инструментах сразу (используя дистанционное управление).

Блок-схема ЭМИ «Электрониум» представлена на рис. 3-78. Основой устройства является 12 панелей формирования звуковых колебаний *ПФЗК*. В состав каждой панели входят: задающий генератор *ЗГ*, усилитель-ограничитель *УО*, шесть делителей частоты *ДЧ* и шесть связанных с делителями манипуляторов *М*. Колебания звуковой частоты основного тона генерируются задающим генератором, усиливаются и ограничиваются *УО* и поступают на делители частоты. Снимаемые с делителей частоты колебания поступают на манипуляторы. Управляются последние с помощью постоянных управляющих напряжений, снимаемых с контактов клавиатуры *КК*. Эти напряжения

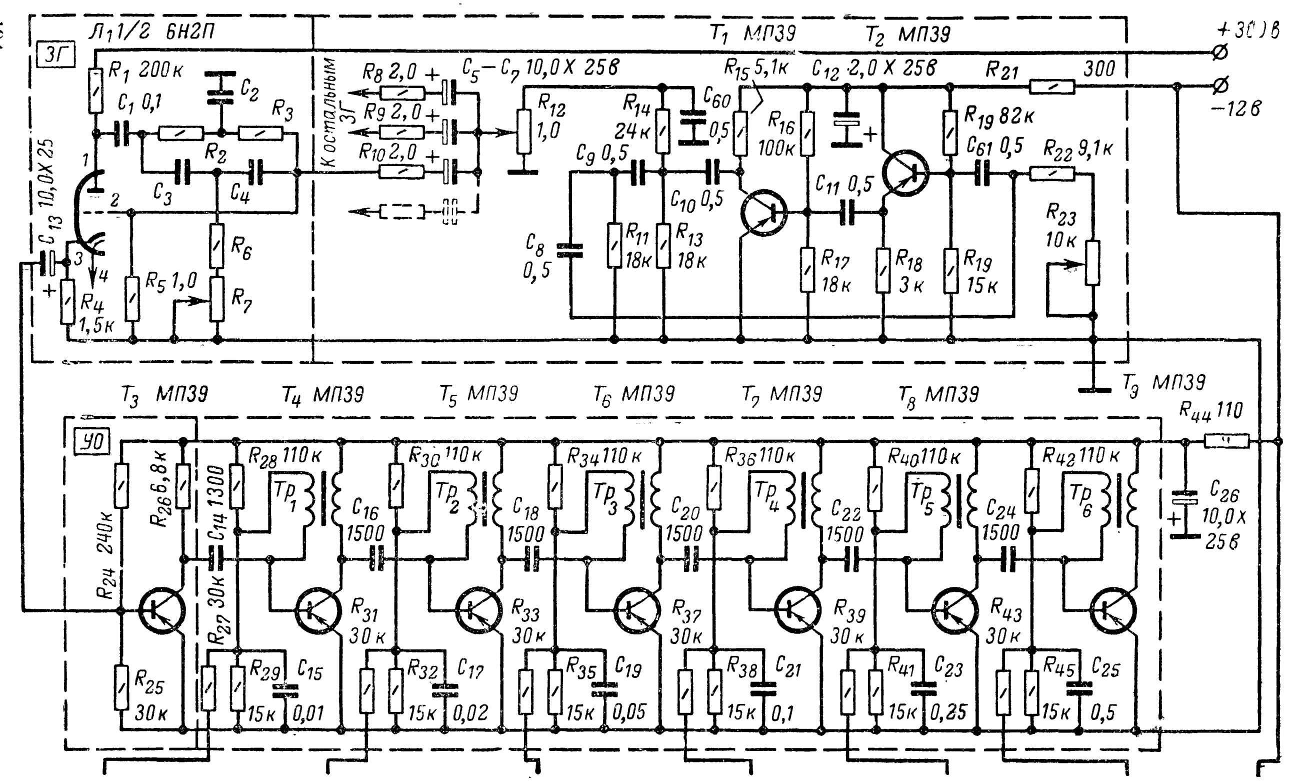

ЗГ
Л1 1/2 6Н2П
R1 200к
C1 0,1
C2
R3
R2
C3
C4
R6
R7
R5 1,0
R4 1,5к
C13 10,0Х25
К остальным ЗГ
R8 2,0
R9 2,0
R10 2,0
C5—C7 10,0 Х 25в
R12 1,0
R14 24к
C60 0,5
C9 0,5
C10 0,5
C8 0,5
R11 18к
R13 18к
T1 МП39
R15 5,1к
R16 100к
C11 0,5
R17 18к
T2 МП39
C12 2,0 Х 25в
R18 3к
R19 82к
R19 15к
C61 0,5
R21 300
R22 9,1к
R23 10к
+300в
−12в
T3 МП39
T4 МП39
T5 МП39
T6 МП39
T7 МП39
T8 МП39
T9 МП39
R44 110
УО
R24 240к
R25 30к
R26 6,8к
C14 1300
R27 30к
R28 110к
Тр1
R29 15к
C15 0,01
C16 1500
R30 110к
Тр2
R31 30к
R32 15к
C17 0,02
C18 1500
R34 110к
Тр3
R33 30к
R35 15к
C19 0,05
C20 1500
R36 110к
Тр4
R37 30к
R38 15к
C21 0,1
C22 1500
R40 110к
Тр5
R39 30к
R41 15к
C23 0,25
C24 1500
R42 110к
Тр6
R43 30к
R45 15к
C25 0,5
C26 10,0 Х 25в

Рис. 3-79. Принципиальные схемы одной из панелей формирования звуковых колебаний, смесителя, генератора вибрато и темброблока «Электрониума».

можно регулировать с помощью педали ножного блока управления *НБУ* в пределах 1—12 *в*, изменяя тем самым амплитуды сигналов на выходах манипуляторов.

С выходов открытых управляющим напряжением манипуляторов всех панелей формирования звуковых колебаний сигналы поступают на сумматор *СМ*, на выходе которого выделяется сложный сигнал, состоящий из колебаний основных и кратных частот. Этот сигнал разделяется на два канала. Один из каналов (прямой) образуется формантным темброблоком *ТБ* и усилителем мощности $УМ_1$, второй канал (задержанный) — управляемым блоком задержки *УБЗ* (ревербератором) и усилителем мощности $УМ_2$. На выходе обоих усилителей мощности включены два раздельных громкоговорителя.

Амплитуда задержанного сигнала (глубина реверберации) может регулироваться с помощью второй педали ножного блока управления. Имеющаяся в нем третья педаль используется для управления амплитудой выходного напряжения генератора вибрато *ГВ*. Этот генератор модулирует по частоте сигналы, генерируемые задающими генераторами панелей формирования звуковых колебаний, осуществляя тем самым частотное вибрато.

На рис. 3-79 приведены принципиальные схемы одной из панелей формирования звуковых колебаний, смесителя, генератора вибрато и темброблока.

Задающий генератор — единственный блок ЭМИ, в котором применяются электронные лампы. Все остальные узлы инструмента выполнены на транзисторах и полупроводниковых диодах. Применение ламп вызвано желанием обеспечить достаточно высокую стабильность частоты генерируемого сигнала. Как показывает практика, транзисторные генераторы обеспечивают требуемую стабильность только при применении стабилизации частоты с помощью кварцевых резонаторов. Автор же конструкции «Электрониума» поставил своей целью обойтись без применения кварцевых резонаторов, поскольку подбор кварцев на заданные частоты с большой точностью в любительских условиях представляет значительные затруднения. *RC*-генератор, собранный на лампе с двойным Т-образным мостом в цепи положительной обратной связи, оказался достаточно стабильным для целей генерирования синусоидальных колебаний основных тонов. На этой схеме и остановил автор свой выбор.

Генератор собран на лампе $Л_1$. В состав Т-моста входят резисторы R_2, R_3, R_6, R_7 и конденсаторы C_2—C_4. Их сопротивления и емкости определяют частоту генерируемого колебания, поэтому эти параметры (табл. 3-5) различны для каждой панели формирования звуковых колебаний.

Установка частоты в пределах ± 300 *гц* может производиться с помощью переменного резистора R_7, а изменяя сопротивление резистора R_4, можно корректировать форму генерируемых колебаний, если она окажется искаженной.

Усилитель-ограничитель выполнен на транзисторе T_3. Он служит для согласования выходного сопротивления задающего генератора и входного сопротивления первого делителя частоты, а также для формирования импульсов, запускающих первый делитель частоты. Режим ограничения обусловливается соответствующим выбором режима работы транзистора с помощью резисторов R_{24} и R_{25}.

Делителями частоты в ЭМИ «Электрониум» служат транзисторные блокинг-генераторы, работающие в автоколебательном режиме с внешней синхронизацией. Выполнены они на транзисторах T_4—T_9 и

Таблица 3-5

Номер ЗГ	Тон	Частота, гц	Сопротивление резисторов, ком				Емкость конденсаторов, пф		
			R_2	R_3	R_6	R_7	C_2	C_3	C_4
1	Ре	2 350	150	470	56	30	1 000	430	130
2	До-диез	2 215	150	470	51	33	1 100	470	150
3	До	2 095	150	470	47	36	1 200	510	180
4	Си	1 975	150	470	47	39	1 300	560	200
5	Си-бемоль	1 865	130	390	43	39	1 300	620	220
6	Ля	1 760	130	390	43	43	1 500	680	240
7	Ля-бемоль	1 660	130	390	39	43	1 500	750	270
8	Соль	1 568	130	390	39	47	1 600	820	300
9	Фа-диез	1 480	120	360	36	47	1 800	910	330
10	Фа	1 397	120	360	36	51	2 000	1 000	360
11	Ми	1 319	120	360	33	51	2 200	1 100	390
12	Ми-бемоль	1 245	120	360	33	56	2 400	1 200	430

трансформаторах $Тр_1$—$Тр_6$. Первый делитель частоты (на транзисторе $Т_4$ и трансформаторе $Тр_1$) синхронизирован импульсами, сформированными усилителем-ограничителем, которые подаются на его базу через конденсатор $С_{14}$. Последовательность импульсов вдвое меньшей частоты, сформированная первым делителем, снимается с коллекторной обмотки трансформатора $Тр_1$ и подается через конденсатор $С_{16}$ на базу второго делителя частоты. Аналогичные схемы синхронизации применяются и в остальных делителях частоты. В случае необходимости амплитуды синхронизирующих импульсов могут быть подобраны изменением емкостей конденсаторов $С_{14}$, $С_{16}$, $С_{18}$, $С_{20}$, $С_{22}$, $С_{24}$. Собственная частота генерации блокинг-генераторов определяется емкостями конденсаторов $С_{15}$, $С_{17}$, $С_{19}$, $С_{21}$, $С_{23}$, $С_{25}$.

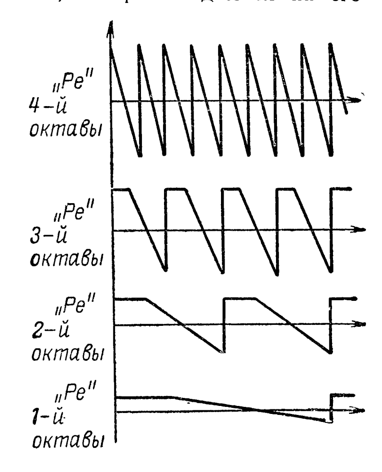


Рис. 3-80. Эпюры напряжений сигналов, составляющих колебания ноты «ре» четвертой октавы.

Делители частоты формируют колебания пилообразной формы, соответствующие частотам одной и той же ноты, принадлежащей к разным октавам. В качестве примера на рис. 3-80 показаны эпюры напряжений, поступающих на вход сумматора при нажатии клавиши «ре» четвертой октавы. Здесь к колебаниям «ре» четвертой октавы добавляются колебания кратных частот («ре» третьей, второй и первой октав).

С делителей частоты сигналы поступают на манипуляторы, выполненные на полупроводниковых диодах $Д_1$—$Д_6$. Вне зависимости от состояния манипулятора (открытое или закрытое) на его входе всегда присутствуют пилообразные звуковые колебания. В закрытом состоянии манипулятора (контакты соответствующей ему клавиши $К_1$—$К_6$ клавиатуры разомкнуты) сигнал не проходит на выход манипулятора, так как на анод диода поступает закрывающее его отрицательное напряжение, снимаемое с шины — 12 *в* (через резисторы R_{89} и R_{49}, R_{57}, R_{65}, R_{73}, R_{80} или R_{86}). Если же контакт замкнуть, то прежде всего отрицательное напряжение начинает заряжать зарядный конденсатор, например C_{28} первого манипулятора, через соответствующий резистор (в данном случае — R_{50}). Как только напряжение на конденсаторе достигает порога открывания диода, последний откроется и пропустит сигнал соответствующего данному манипулятору тока к сумматору. В процессе дальнейшего заряда конденсатора происходит перемещение рабочей точки диода вверх по прямой ветви вольт-амперной характеристики. При этом изменяется динамическое сопротивление диода и, как следствие, амплитуда сигнала на выходе манипулятора. Поскольку одновременно происходят два процесса — изменение коэффициента передачи манипулятора и изменение в течение периода амплитуды пилообразного напряжения, форма результирующего напряжения на выходе манипулятора окажется искаженной, т. е. другими словами, появятся нелинейные искажения. Результатом появления этих искажений будет изменение тембра сигнала в период «атаки» и (по тем же причинам) во время затухания звука, благодаря чему звучание приобретает своеобразную тембровую окраску.

Постоянная времени заряда конденсатора определяет время атаки, постоянная времени разряда — время затухания звука. В случае необходимости эти величины можно изменять, получая различные тембры сигнала. В некоторых пределах время затухания можно изменять с помощью переменного резистора R_{89}.

Для осуществления гармонического синтеза сигнала манипуляторы связаны между собой, например, через резисторы R_{51}—R_{53}. С помощью этих связей к колебаниям основной частоты добавляются соответственно сигналы третьей, второй и первой октав. Сопротивления резисторов связи определяют амплитуды добавляемых колебаний кратных частот, что определяет тембр звучания инструмента.

Как уже говорилось, изменением величины управляющего напряжения, подаваемого на манипуляторы, можно регулировать громкость выходного сигнала. Это достигается с помощью резистора R_{97}, установленного в ножной педали.

В данной конструкции может задаваться ритм исполнения произведения с помощью генератора ритма (рис. 3-81). Он представляет собой мультивибратор на транзисторах T_1 и T_2, работающий в режиме автоколебаний. В цепи коллекторов обоих транзисторов включены половины обмотки поляризованного реле P_1 типа РП-4 (паспорт РС4.520.010П1). Контакты этого реле прерывают цепь подачи управляющего манипуляторами напряжения с частотой генерации мультивибратора, которая с помощью переменного резистора R_1 может быть установлена в пределах 1—15 *гц*. В результате при постоянно нажатой клавише получается прерывистое звучание с заданным частотой мультивибратора ритмом. Сумматор ЭМИ «Электрониум» представляет собой каскад усилителя с резистивной

нагрузкой на транзисторе T_{10}, на вход которого поступают сигналы с выходов всех манипуляторов. На выходе сумматора сигнал разделяется, как уже было сказано, на два канала. Через резистор R_{93} и конденсатор C_{48} снимается сигнал прямого канала, через резистор R_{95} и конденсатор C_{47} — задержанного.

Сигнал прямого канала поступает в темброблок, представляющий собой комбинацию *LC*-фильтров, переключаемых с помощью переключателей B_1—B_8. Каждый *LC*-фильтр имеет определенную полосу пропускания, поэтому, включая различные группы фильтров, можно изменять общую полосу пропускания темброблока и тем самым изменять тембр звучания инструмента.

Рис. 3-81. Принципиальная схема генератора ритма.

Полоса пропускания контуров составляет: L_2C_{55} 35—75 *гц*; L_3C_{53} 70—150 *гц*; L_3C_{54} 140—300 *гц*; L_4C_{56} 280—650 *гц*; L_5C_{57} 600—1 300 *гц*; L_6C_{58} 1 200—2 500 *гц*; L_7C_{59} 880—1 500 *гц*.

Катушка индуктивности L_8 ослабляет частоты ниже 1 500 *гц*. Сигнал задержанного канала подается на управляемый блок задержки (ревербератор). Принцип работы ревербератора состоит в том, что сигнал записывается на магнитную ленту, а затем с некоторой (небольшой) задержкой во времени воспроизводится. Ревербератор поэтому аналогичен обычному магнитофону с тем отличием, что он имеет два комплекта головок, по две воспроизводящие головки в каждом комплекте. Автор конструкции «Электрониума» применил трехмоторный лентопротяжный механизм реверберατора. Скорость движения магнитной ленты 38 *см/сек*. Уровень реверберационного сигнала регулируется в пределах 0—300 *мв* переменным резистором, который смонтирован в педали ножного блока управления. Катушки вмещают 500 *м* магнитной ленты (тип 10). После приблизительно 20 *мин* работы реверберατора блок автоматики переключает направление движения ленты. К этому моменту на подающей катушке остается 5—6 *м* ленты. Время переключения 3 *сек*. В течение этого времени выход реверберατора автоматически отключается.

На рис. 3-82 показано (схематично) расположение основных элементов реверберατора. Магнитная лента сматывается с одной из катушек *1*, протягивается с помощью оси ведущего вала *3* и прижимного ролика *2* между направляющими колонками *4* так, что она соприкасается с двумя комплектами стирающих (*ГС*), записывающих (*ГЗ*) и воспроизводящих (*ГВ*) головок, и наматывается на вторую катушку *1*. Подключая на вход усилителя воспроизведения (рис. 3-83) первую или вторую воспроизводящие головки, можно получить различные времена запаздывания.

Если, к примеру, на правой катушке имеется более 5 *м* магнитной ленты, контакты правого датчика количества ленты на катушке *ДП* разомкнуты, реле P_5 (РЭС-22, паспорт РФ4.500.120Д) блока питания (рис. 3-84) обесточено, и ведущий двигатель M_3 сматывает

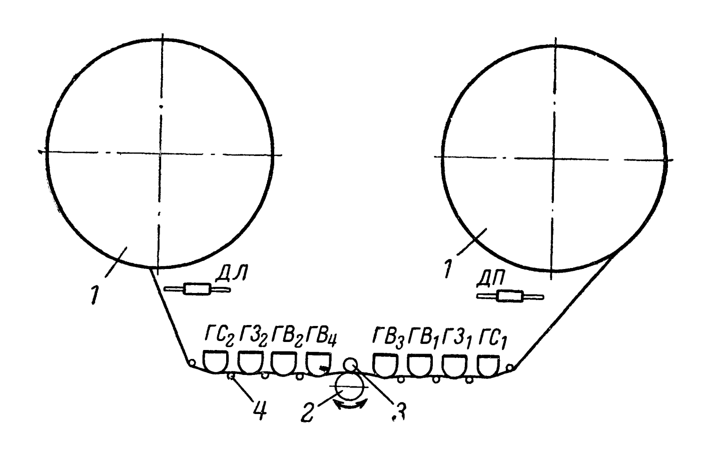


Рис. 3-82. Расположение основных деталей на панели управляемого блока задержки (ревербератора).

Рис. 3-83. Принципиальная схема блока воспроизведения ревербератора.

ленту с правой катушки, наматывая ее на левую. Когда на правой катушке остается 5—6 *м* ленты, правый датчик *ДП* замыкает контакты *КДП*, реле $Р_5$ срабатывает, самоблокируясь контактом $Р_{5/1}$ через разомкнутый контакт *КДЛ* левого датчика *ДЛ*. Реле $Р_5$ меняет местами выводы фазосдвигающей обмотки $М_3$, соответственно изменяя направление его вращения. При этом лента сматы-

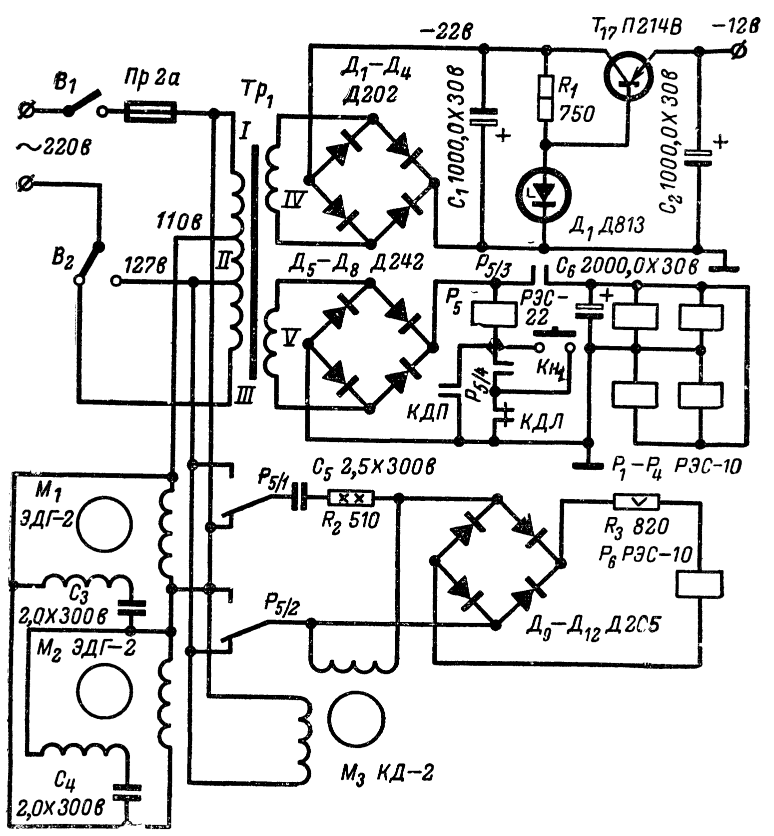


Рис. 3-84. Принципиальная схема блока питания и автоматики ревербератора.

вается с левой катушки и наматывается на правую. Когда на левой катушке остается 5—6 *м* ленты, срабатывает левый датчик *ДЛ*, который размыкающим контактом *КДЛ* обесточивает реле $Р_5$. Ротор двигателя $М_3$ изменяет направление вращения.

При необходимости можно изменить направление движения магнитной ленты нажатием на кнопку $Кн_1$. Такой случай может возникнуть, когда на правой катушке остается больше 5—6 *м* ленты, но

этого недостаточно для непрерывной работы в течение времени исполнения произведения.

Реле P_5 также коммутирует обмотки реле P_1—P_4 типа РЭС-10 (паспорт РС4.524.301), которые переключают записывающие, стира-

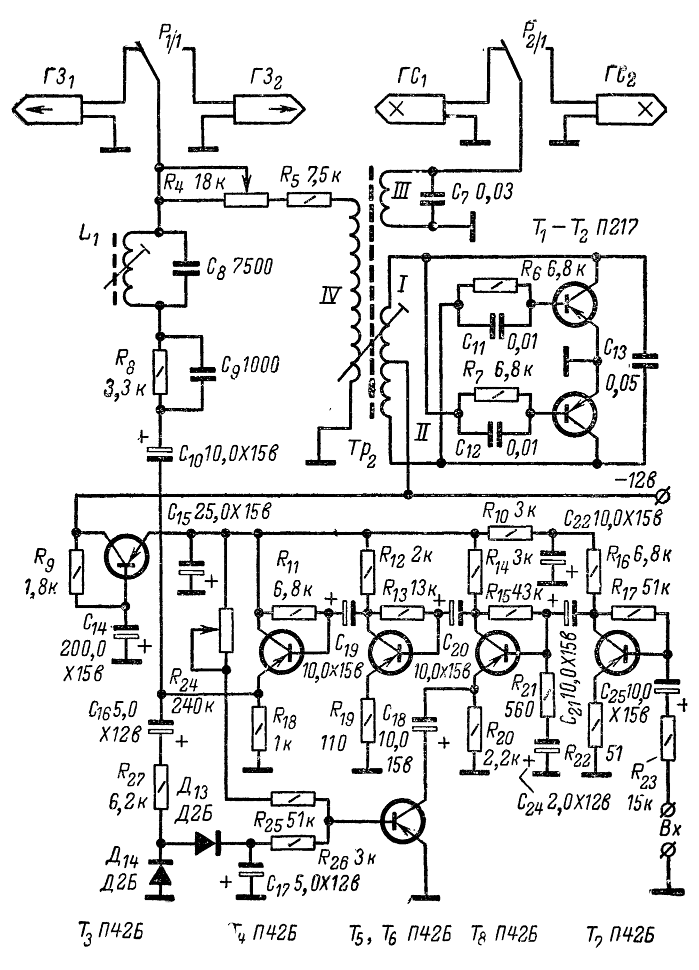


Рис. 3-85. Принципиальная схема блока записи ревербератора.

ющие и воспроизводящие головки в зависимости от направления движения ленты.

Для того чтобы во время переключения головок на выходе ревербератора не прослушивались щелчки, реле P_6 типа РЭС-10 (пас-

порт РС4.524.300) замыкающим контактом автоматически отключает напряжение питания блока воспроизведения.

Принципиальная схема блока записи показана на рис. 3-85. Двухтактный генератор высокой частоты (50 *кгц*) на транзисторах

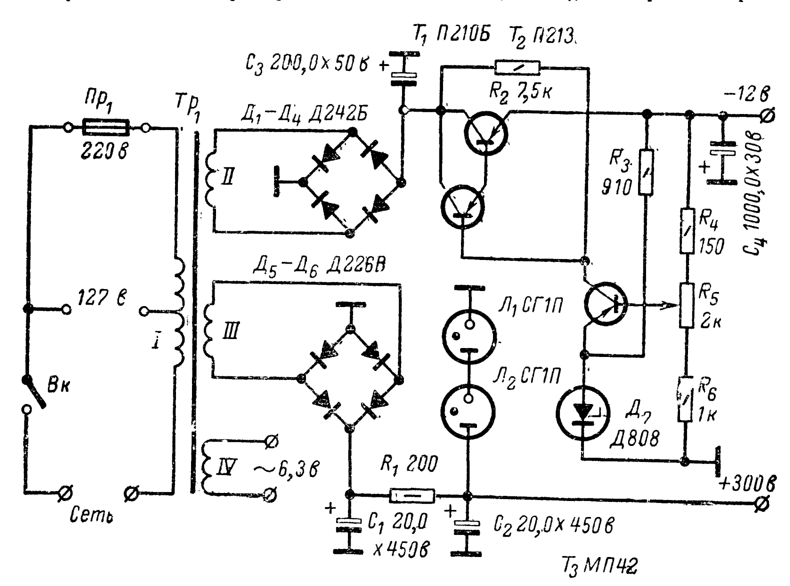


Рис. 3-86. Принципиальная схема блока питания «Электрониума».

T_1, T_2 обеспечивает стирание записи и подмагничивание магнитной ленты. Усилитель записи выполнен на транзисторах T_4—T_7 с автоматической регулировкой усиления на транзисторе T_8. Коррекция частотной характеристики осуществляется цепочкой $R_{21}C_{24}$.

С помощью переменных резисторов R_{32} и R_{39} блока воспроизведения устанавливают необходимую амплитуду задержанного сигнала.

Генератор вибрато в «Электрониуме» представляет собой *RC*-генератор на транзисторах T_1 и T_2 (см. рис. 3-79). С помощью переменного резистора R_{12}, установленного в педали ножного блока управления, регулируется амплитуда сигнала, модулирующего по частоте задающие генераторы. Частота генератора вибрато устанавливается в пределах ± 3 *гц* переменным резистором R_{23}.

Питается «Электрониум» (кроме управляемого блока задержки, имеющего отдельный выпрямитель) от блока питания, схема которого приведена на рис. 3-86. Потребляемая им мощность составляет 30 *вт*. Блок питания включает в себя силовой трансформатор $Тр_1$ с выпрямителями на диодах $Д_1$—$Д_6$ и стабилизаторы напряжения —12 и +300 *в* на транзисторах T_1—T_3 и газоразрядных стабилитронах $Л_1$ и $Л_2$ соответственно.

Усилители мощности, клавиатура и ножной блок управления могут быть любой конструкции, доступной для изготовления радио-

любителю. Кроме того, выходная мощность усилителя зависит от конкретного назначения инструмента. Поэтому схема усилителя мощности в статье не приводится.

В отдельных узлах «Электрониума» применены следующие детали. Для повышения стабильности частоты сигнала, генерируемого задающим генератором, желательно применять резисторы УЛИ или МГП, а конденсаторы — ССГ или СГМ. Электронных ламп применено шесть. В каждом задающем генераторе используется одна половина двойного триода 6Н2П. На одной лампе собраны следующие задающие генераторы: «*Ре*» и «*Ре-бемоль*»; *До-диез* и *Соль*; *До* и *Фа-диез*; *Си* и *Фа*; *Си-бемоль* и *Ми*; *Ля* и *Ми-бемоль*. При монтаже следует не забыть соединить с общим проводом («землей») внутренние экраны ламп, выведенные на девятые ножки.

Трансформаторы блокинг-генераторов делителей частоты намотаны на кольцах типоразмера К10×4×3 из феррита марки 1000НН. Их коллекторная обмотка содержит 100, а базовая — 50 витков провода ПЭЛШО 0,08.

Таблица 3-6

Обозначение по схеме	Провод	Число витков
L_1	ПЭЛШО 0,08	6 500
L_5	ПЭЛШО 0,06	7 800
L_3	ПЭЛШО 0,09	6 300
L_4	ПЭЛ 0,1	5 100
L_5	ПЭЛ 0,13	3 000
L_6	ПЭЛ 0,17	1 900
L_7	ПЭЛ 0,20	1 300
L_8	ПЭЛ 0,25	900

Намоточные данные катушек темброблока приведены в табл. 3-6. Все они намотаны на сердечниках типа СБ-34а. В переключателе темброблока использован клавишный переключатель от радиоприемника «Фестиваль». Две лишние клавиши (на переключателе их десять) использованы для включения напряжений питания самого «Электрониума» и управляемого блока задержки.

В управляемом блоке задержки использованы узлы лентопротяжного механизма от магнитофона «Айдас», а магнитные головки — от транзисторного магнитофона «Романтик». Катушка L_1 блока записи намотана на сердечнике СБ-23-11а проводом ПЭВ-2 0,13 и имеет 150 витков. Намоточные данные трансформаторов Tp_1 блока питания и Tp_2 блока записи приведены в табл. 3-7. Все обмотки выполнены проводом марки ПЭВ-2.

В блоке питания собственно инструмента применен трансформатор, сердечник которого набран из пластин УШ26, толщина набора 30 *мм* (сечение сердечника 7, 8 *см*^{2}). Его намоточные данные приведены в табл. 3-8. Все обмотки также выполнены проводом марки ПЭВ-2. Транзисторы T_1 и T_2 стабилизатора напряжения —12 *в* установлены на радиаторах с площадью поверхности 600 и 100 *см*^{2} соответственно.

Монтаж деталей инструмента может быть выполнен любым способом. Следует только учесть, что в случае близкого расположения

Таблица 3-7

Обозначение по схеме	Тип сердечника	Число витков	Диаметр провода, *мм*
$Тр_1$	УШ26×60	*I*—330 *II*—50 *III*—280 *IV*—50 *V*—85	0,8 0,8 0,5 0,8 1,35
$Тр_2$	СБ-23-11а	*I*—20 *II*—20 *III*—45 *IV*—150	0,14 0,14 0,11 0,11

Таблица 3-8

Обозначение по схеме	Число витков	Диаметр провода, *мм*
I	1 430, отвод от 825-го	0,4
II	125	0,6
III	1 900	0,18
IV	45	0,8

трансформаторов делителей частоты необходимо (во избежание взаимных наводок) установить в делителях каждой из шести октав данной ноты металлические перегородки между трансформаторами.

Налаживание инструмента начинают с настройки задающих генераторов на частоты, указанные в табл. 3-5. При этой настройке движок переменного резистора R_7 ставят в среднее положение и, изменяя сопротивление резистора R_3, настраивают генератор на необходимую частоту. Измерять частоту генератора можно частотомером Ч3-07.

Делители частоты настраивают после отключения конденсаторов C_{14}, C_{16}, C_{18}, C_{20}, C_{22}, C_{24}. Собственная частота блокинг-генераторов должна быть на полтора тона ниже частоты, которая получится после синхронизации. Настройку на эту частоту осуществляют подбором резисторов R_{28}, R_{30}, R_{34}, R_{36}, R_{40}, R_{42}. Если после подключения синхронизирующих конденсаторов некоторые делители частоты будут работать неустойчиво, необходимо увеличить емкость этих конденсаторов.

Манипуляторы настраивают при отключенных резисторах, осуществляющих гармонический синтез тембра. Пропуская колебания делителей частоты к сумматору при нажатии клавиш, манипуляторы не должны их искажать. Поэтому резисторы R_{46}, R_{48}, R_{49} (для манипулятора ноты *Ре* четвертой октавы) подбирают так, чтобы при на-

жатой клавише рабочая точка находилась на линейном участке вольт-амперной характеристики диода.

Выбор резисторов для гармонического синтеза тембров производится по желанию конструктора.

Особое внимание при настройке инструмента следует уделить сумматору. При максимальном входном сигнале сумматор не должен вносить нелинейные искажения.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

СПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

Передатчик второй категории

Передатчик, сконструированный радиолюбителями из г. Загорска Московской области В. Н. Князьковым (UW3AB) и В. А. Дорофеевым, предназначен для использования на любительских коротковолновых радиостанциях второй категории. В соответствии с требованиями «Инструкции о порядке регистрации и эксплуатации любительских приемно-передающих радиостанций индивидуального и коллективного пользования», регламентирующей максимальную мощность, отведенные диапазоны и виды работ любительских радиостанций различных категорий, передатчик предназначен для работы телеграфом в диапазонах 3,5, 7, 14 и 28 *Мгц* и телефоном с применением амплитудной модуляции — в диапазоне 28 *Мгц*. Подводимая к анодной цепи оконечного каскада мощность не превышает 40 *вт*.

При работе телеграфом возможно ведение радиосвязи полудуплексом (прослушивание сигналов корреспондента в паузах, при ненажатом телеграфном ключе). При работе телефоном проводится симплексная радиосвязь.

Основным достоинством данной конструкции является применение только серийных радиодеталей отечественного производства, что делает ее доступной для широкого круга радиолюбителей. Рабочие параметры передатчика достаточно высоки и вполне удовлетворяют требованиям, предъявляемым к любительским радиостанциям второй категории.

На XXIV выставке творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ передатчик был отмечен дипломом первой степени и поощрительным призом.

Не забудьте, что приступать к постройке передатчика можно только после получения на это соответствующего разрешения, оформить которое можно через местный радиоклуб или комитет ДОСААФ.

Передатчик (рис. 4-1) содержит задающий генератор (на лампе $Л_3$), буфер-умножитель (на лампе $Л_4$), удвоитель-усилитель (на лампе $Л_5$) и оконечный каскад-усилитель мощности (на лампе $Л_6$).

Для усиления НЧ сигнала микрофона и осуществления модуляции в передатчике предусмотрен микрофонный усилитель (на транзисторах T_1 и T_2) и модулятор (на лампе $Л_7$).

Питается передатчик от выпрямителей на полупроводниковых диодах. Выпрямители обеспечивают следующие напряжения: +600 *в* — для питания анодной цепи оконечного каскада; +300 *в* —

для питания цепи экранной сетки лампы оконечного каскада и анодно-экранных цепей остальных ламп; —24 *в* — для питания микрофонного усилителя и реле; —80 *в* — для подачи отрицательного смещения на сетки ламп. Для получения этих напряжений применен многообмоточный сетевой трансформатор $Тр_1$.

Для получения напряжения +300 *в* использован двухполупериодный выпрямитель на диодах $Д_9$—$Д_{16}$, включенных по мостовой схеме, подключенный к обмотке *III* трансформатора $Тр_1$. В целях выравнивания обратных сопротивлений диодов $Д_9$—$Д_{16}$, предотвращающего пробой, они зашунтированы резисторами R_{10}—R_{17}. На выходе выпрямителя включен сглаживающий фильтр, состоящий из дросселя $Др_1$ и конденсаторов C_4 и C_5. С помощью этого же выпрямителя получается стабилизированное напряжение +150 *в*, используемое для питания цепи экранной сетки задающего генератора. Это напряжение стабилизируется газоразрядным стабилитроном $Л_2$.

Напряжение +600 *в* получается за счет последовательного включения с выпрямителем, дающим напряжение +300 *в*, еще одного двухполупериодного выпрямителя, собранного по мостовой схеме на диодах $Д_1$—$Д_8$ и подключенного к обмотке *II* трансформатора $Тр_1$. Резисторы R_1—R_8 выполняют ту же роль, что и резисторы R_{10}—R_{17}. Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения в этом выпрямителе применен *RC*-фильтр C_2, R_9, C_3.

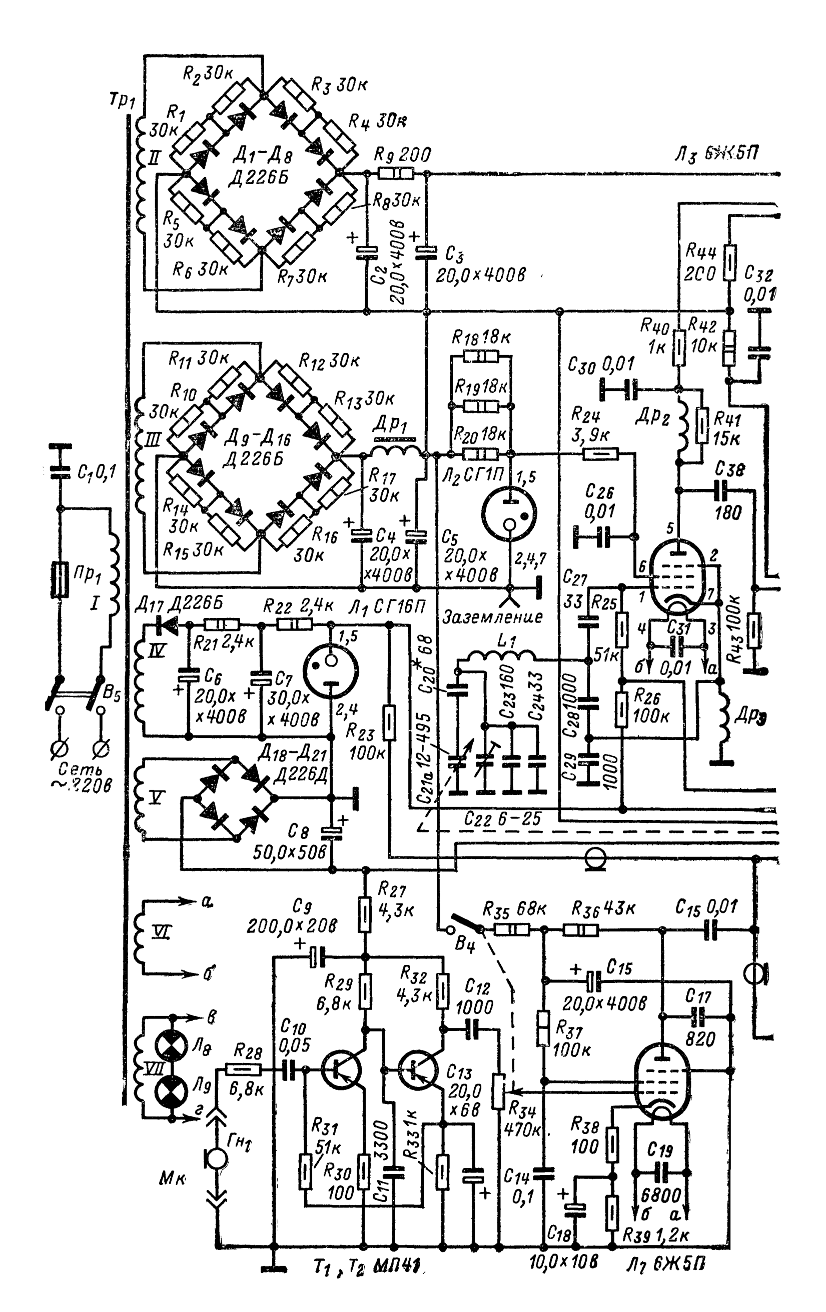
Напряжение —24 *в* получается с помощью двухполупериодного мостового выпрямителя на диодах $Д_{18}$—$Д_{21}$, подключенного к обмотке *V* трансформатора $Тр_1$. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются конденсатором C_8.

Для получения напряжения —80 *в* используется однополупериодный выпрямитель на диоде $Д_{17}$, подключенный к обмотке *IV* трансформатора $Тр_1$, сглаживающий фильтр C_6, R_{21}, C_7 и стабилизатор напряжения на газоразрядном стабилитроне $Л_1$.

Обмотка *I* трансформатора $Тр_1$ включается в электросеть напряжением 220 *в*, обмотки *VI* и *VII* используются для получения напряжений накала ламп 6,3 и 12,6 *в*. Включение и выключение передатчика осуществляется выключателем $В_5$.

Задающий генератор передатчика собран по схеме емкостной «трехточки». Для повышения стабильности частоты генерируемых колебаний кроме питания экранной сетки лампы $Л_3$ стабилизированным напряжением применена термостабилизация, осуществляемая включением в контур задающего генератора конденсаторов C_{20}, C_{24} и C_{27} с различными температурными коэффициентами емкости.

В задающем генераторе производится телеграфная манипуляция, что и позволяет работать полудуплексом, так как при ненажатом ключе задающий генератор не генерирует и не мешает приему на той же частоте, что и частота настройки передатчика. Когда телеграфный ключ (он подключается к гнездам $Гн_3$ и $Гн_4$) не нажат, а переключатель $В_1$ находится в положении *Тлг*, на управляющую сетку лампы $Л_1$ от выпрямителя, дающего — 80 *в*, через резисторы R_{25} и R_{26} поступает закрывающее лампу отрицательное напряжение. При нажатии ключа либо переводе переключателя $В_1$ в положение *Тлф* управляющая сетка через резистор R_{25} соединяется с общим проводом, лампа открывается, и генератор начинает генерировать колебания с частотой, лежащей в пределах диапазона 3,5 *Мгц*. Настройка задающего генератора на желаемую частоту производится одной из секций $C_{21а}$ сдвоенного конденсатора переменной емкости. Нагрузкой задающего генератора является высокочастотный дрос-



Тр1
R2 30к
R3 30к
R1 30к
R4 30к
Д1-Д8 Д226Б
R9 200
Л3 6Ж5П
R5 30к
R8 30к
R6 30к
R7 30к
C2 20,0×400в
C3 20,0×400в
R44 200
C32 0,01
R40 1к
R42 10к
R18 18к
R11 30к
R12 30к
C30 0,01
R10 30к
R13 30к
R19 18к
Др2
R41 15к
R24 3,9к
Д9-Д16 Д226Б
Др1
R20 18к
C1 0,1
Л2 СГ1П
C38 180
R17 30к
C26 0,01
R14 30к
C4 20,0×400в
C5 20,0×400в
R16 30к
R15 30к
Пр1
C27 33
R25 51к
R43 100к
Д17 Д226Б
R22 2,4к
Л1 СГ16П
Заземление
R21 2,4к
C20 68
L1
C31 0,01
C6 20,0×400в
C7 30,0×400в
C23 160
C24 33
C28 1000
R26 100к
Др3
В5
R23 100к
C21а 12-495
C29 1000
Сеть ~220в
Д18-Д21 Д226Д
C8 50,0×50в
C22 6-25
R27 4,3к
C9 200,0×20в
R35 68к
R36 43к
C15 0,01
В4
R29 6,8к
R32 4,3к
C12 1000
C15 20,0×400в
C17 820
Л8
C10 0,05
R37 100к
R28 6,8к
Л9
C13 20,0×6в
R34 470к
Гн1
R31 51к
R30 100
C11 3300
R33 1к
R38 100
C19 6800
Мк
C14 0,1
C18 10,0×10в
R39 1,2к
T1, T2 МП41
Л7 6Ж5П

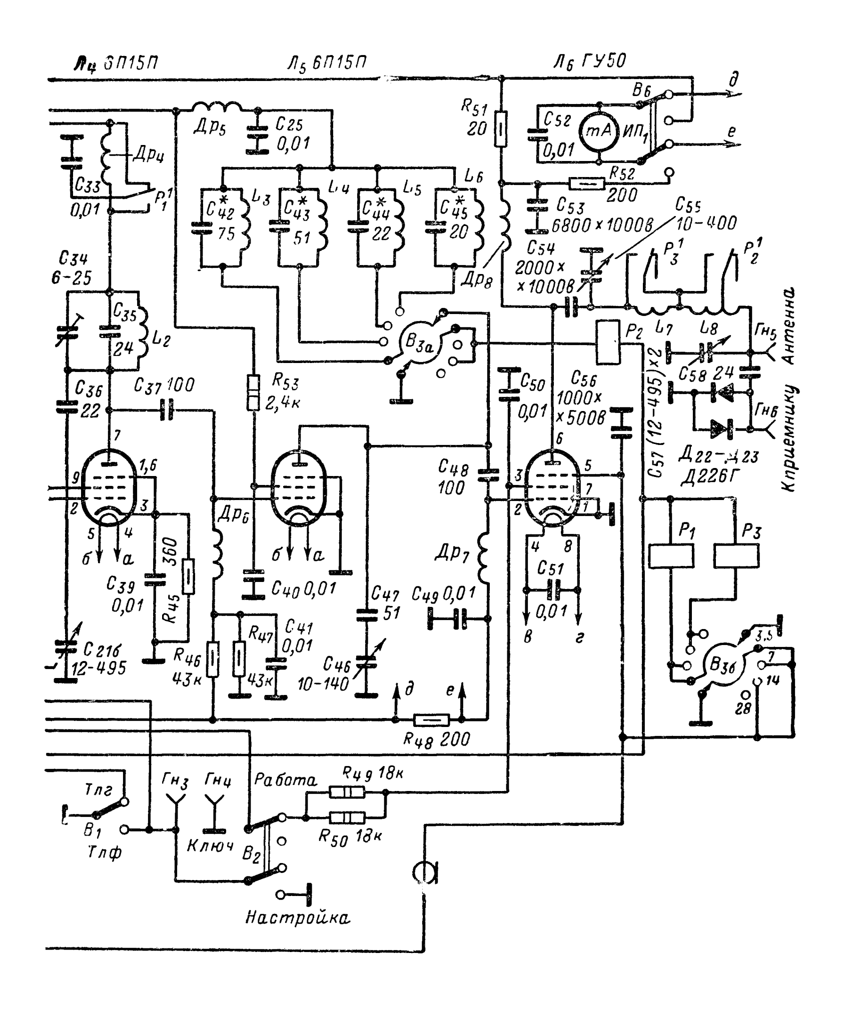


Рис. 4-1. Принципиальная схема передатчика.

сель $Др_2$, включенный в его анодную цепь. Для выравнивания выходного напряжения по диапазону этот дроссель зашунтирован резистором R_{41}.

С анода лампы задающего генератора сигнал с частотой диапазона 3,5 *Мгц* через конденсатор C_{38} поступает на управляющую сетку следующего каскада (буфера) на лампе $Л_4$. В диапазонах 3,5 и 7 *Мгц* этот каскад работает как буфер-усилитель, в диапазонах 14 и 28 *Мгц* — как буфер-умножитель (учетверитель) частоты. В последнем случае на выходе каскада выделяется сигнал, частота которого лежит в пределах диапазона 14 *Мгц*.

Коммутация в анодной цепи лампы $Л_4$ производится с помощью контактов P_1^1 реле P_1. Само же реле P_1 включается секцией $В_{3б}$ переключателя диапазонов передатчика. На принципиальной схеме переключатель диапазонов находится в положении, при котором передатчик работает в диапазоне 3,5 *Мгц*. В этом положении (а также в положении, соответствующем диапазону 7 *Мгц*) реле P_1 включено, его верхняя (по схеме) пара контактов замкнута. При этом конденсатор C_{33}, выполняющий функции развязывающего, подключен к верхнему выводу дросселя $Др_4$. При таком включении анодную нагрузку лампы $Л_4$ составляют последовательно соединенные дроссель $Др_4$ и колебательный контур $L_2C_{34}C_{35}$ с подключенной параллельно (через конденсатор C_{36}) секцией $C_{21б}$ сдвоенного блока переменных конденсаторов. Поскольку колебательный контур настроен на частоту диапазона 14 *Мгц*, в диапазонах 3,5 и 7 *Мгц* он практически не оказывает влияния на работу каскада. В этом случае роль нагрузки каскада выполняет дроссель $Др_4$, на котором выделяется усиленный лампой сигнал с частотой диапазона 3,5 *Мгц*. Конденсатор C_{33} вместе с резистором R_{44} образуют развязывающую ячейку в цепи питания.

При переводе переключателя $В_3$ в положение, соответствующее диапазону 14 или 28 *Мгц*, реле P_1 обесточивается, и его якорь перебрасывается, замыкая нижнюю (по схеме) пару контактов P_1^1. При этом конденсатор C_{33} оказывается подключенным к точке соединения дросселя $Др_4$ и контура $L_2C_{34}C_{35}C_{36}C_{21б}$. Роль анодной нагрузки в данном случае выполняет колебательный контур, который в целях получения максимальной амплитуды сигнала четвертой гармоники задающего генератора перестраивается по диапазону второй секцией $C_{21б}$ сдвоенного блока конденсаторов переменной емкости, используемого для настройки передатчика на заданную частоту. Резистор R_{44} и главным образом дроссель $Др_4$ вместе с конденсатором C_{33} образуют ячейку развязывающего фильтра в цепи питания.

В цепи катода лампы $Л_4$ включен резистор R_{45} автоматического смещения, зашунтированный конденсатором C_{39}.

С анода лампы $Л_4$ сигнал с частотой, лежащей в пределах диапазона 3,5 или 14 *Мгц*, через конденсатор C_{37} подается на управляющую сетку лампы $Л_5$. В анодной цепи лампы с помощью контуров L_3C_{42}, L_4C_{43}, L_5C_{44} или L_6C_{45} (в зависимости от положения переключателя диапазонов) выделяются сигналы с частотами в диапазонах 3,5, 7, 14 или 28 *Мгц*. При этом каскад на лампе $Л_5$ работает в диапазонах 3,5 и 14 *Мгц* как усилитель, а в диапазонах 7 и 28 *Мгц* — как удвоитель. С помощью конденсатора C_{46} контуры подстраиваются для получения максимальной амплитуды сигнала. В цепи анодного питания каскада включен развязывающий

фильтр $Др_5$, C_{25}. Напряжение смещения на управляющую сетку лампы подается от выпрямителя, дающего напряжение —80 *в*, через дроссель $Др_6$ и делитель напряжения на резисторах R_{46}, R_{47}.

С анода лампы $Л_5$ через конденсатор C_{48} сигнал подается на управляющую сетку лампы $Л_6$ оконечного каскада, который на всех диапазонах работает в режиме усиления мощности. На выходе каскада включен П-фильтр, образованный катушками индуктивности L_7, L_8 и конденсаторами C_{55}, C_{57}. В зависимости от диапазона работы передатчика с помощью контактов P_2^1 и P_3^1 реле P_2 и P_3 часть витков катушек замыкается, чем изменяется их индуктивность и соответственно резонансная частота фильтра. С выхода П-фильтра сигнал поступает в антенну, подключаемую к гнезду $Гн_5$ передатчика. К гнезду $Гн_6$ подключается антенный вход приемника, который через конденсатор C_{58} соединяется с антенной. Таким образом, и приемник, и передатчик используют одну общую антенну без механических переключений, что также позволяет применять работу полудуплексом в телеграфном режиме. При работе передатчика вход приемника защищают от попадания мощного сигнала диоды $Д_{22}$ и $Д_{23}$, работающие как амплитудные ограничители. В связи с тем что кремниевые диоды вблизи нуля вольт-амперной характеристики имеют очень большое сопротивление, их шунтирующее действие на работе приемника не сказывается.

Оконечный каскад работает по схеме параллельного питания. В его анодной цепи включен дроссель $Др_8$, по которому протекает анодный ток лампы, а П-фильтр подключается к аноду через разделительный конденсатор C_{54}. Напряжение смещения на управляющую сетку лампы $Л_6$ подается от источника напряжения —80 *в* через дроссель $Др_7$.

При работе телеграфом третья (защитная) сетка лампы $Л_6$ соединена с общим проводом через переключатель B_1. В случае же работы телефоном на эту сетку подается отрицательное напряжение смещения (от источника напряжения —80 *в* через резистор R_{23}) и модулирующее напряжение звуковой частоты — с анода лампы модулятора $Л_7$ через конденсатор C_{16}. Таким образом производится амплитудная модуляция. Способ модуляции на третью сетку выбран в основном потому, что при нем требуется минимальная (по сравнению с другими способами модуляции) мощность модулирующего звукового сигнала, а модуляционная характеристика оказывается достаточно линейной.

Так как радиостанциям второй категории работа телефоном разрешена только в диапазоне 28 *Мгц*, одна из секций переключателя диапазонов на всех диапазонах, кроме 28 *Мгц*, замыкает третью сетку лампы $Л_6$ на общий провод, переводя оконечный каскад в телеграфный режим вне зависимости от положения переключателя B_1.

При работе телефоном напряжение от микрофона *Мк* поступает на двухкаскадный *УНЧ*, собранный на транзисторах T_1 и T_2. Чувствительность этого усилителя составляет 2 *мв*, что позволяет применять динамический микрофон. Усилитель обеспечивает в полосе частот 300—3 000 *гц* неравномерность усиления не более ± 3 *дб*. Частоты выше 3 *кгц* резко ослабляются (в основном за счет шунтирования конденсатором C_{11}). Это необходимо для получения узкой полосы АМ-сигнала (не более 6 *кгц*). Для повышения стабильности работы усилителя в нем применена обратная связь по постоянному току, осуществляемая с эмиттера транзистора T_2 на базу транзисто-

Таблица 4-1

Обмотка	Число витков	Провод	Напряжение, *в*
I	935	ПЭВ-2 0,51	220
II	1 050	ПЭВ-2 0,25	240
III	960	ПЭВ-2 0,41	225
IV	500	ПЭВ-2 0,15	120
V	85	ПЭВ-2 0,35	20
VI	28	ПЭВ-2 1,0	6,6
VII	54	ПЭВ-2 0,8	12,8

ра T_1 через резистор R_{31}. Имеется в усилителе обратная связь и по переменному току. Ей охвачен первый каскад. Напряжение обратной связи выделяется на резисторе R_{30}, включенном в цепь эмиттера транзистора T_1. Для развязки цепи питания коллекторов применен фильтр R_{27}, C_9.

Регулировка усиления и, следовательно, глубины модуляции осуществляется переменным резистором R_{34}. С его движка усиленный сигнал звуковой частоты поступает на управляющую сетку модулятора лампы $Л_7$. Функцией этой лампы является усиление сигнала до получения амплитуды напряжения, достаточной для модуляции оконечного каскада передатчика. Модулятор собран по схеме усилителя с резистивной нагрузкой (роль нагрузки выполняет резистор R_{36}). Дополнительное ослабление частот выше 3 000 *гц* достигается в этом каскаде с помощью включения конденсатора C_{17}, шунтирующего анодную цепь лампы.

Каскад также охвачен отрицательной обратной связью по переменному току, напряжение которой выделяется на резисторе R_{38}, включенном в цепь катода лампы $Л_7$. Резистор R_{35} вместе с конденсатором C_{15} образуют развязывающий фильтр, общий для цепей питания анода и экранной сетки лампы. Эти цепи могут разрываться при работе в телеграфном режиме с помощью выключателя B_4, совмещенного с регулятором усиления R_{34}.

Переключение передатчика с телеграфного на телефонный режим и обратно осуществляется с помощью переключателя B_1. В случае работы телеграфом для перехода с приема на передачу никаких дополнительных переключений не требуется, достаточно нажать на телеграфный ключ, и сигнал поступает в антенну, так как все каскады передатчика, в том числе и оконечный, включены постоянно. При работе телефоном переключатель B_1 служит также переключателем «*Прием-передача*». В режиме «*Тлф*» ведется передача, в режиме «*Тлг*» — прием.

Для того чтобы при настройке передатчика на частоту корреспондента сигнал не излучался в эфир (это создало бы помехи другим станциям), применяется переключатель B_2. В положении «*Настройка*» он отключает цепь питания экранной сетки и одновременно замыкает гнезда ключа $Гн_3$ и $Гн_4$. При этом работают все каскады передатчика, кроме оконечного, и его сигнал можно услышать с помощью приемника радиостанции. Для контроля режима работы и настройки предусмотрено применение измерительного прибора —

миллиамперметра $ИП_1$, который с помощью переключателя $В_6$ подключается либо к анодной, либо к сеточной цепи лампы $Л_6$. В первом случае он измеряет анодный ток (с пределами 0—150 *ма*), во втором — ток сетки (с пределами 0—15 *ма*).

Как уже отмечалось вначале, в передатчике применены только широко распространенные детали заводского изготовления. Исключение составляют сетевой трансформатор $Тр_1$, дроссель выпрямителя $Др_1$, катушки индуктивности L_1—L_8 и высокочастотные дроссели $Др_2$—$Др_8$, которые являются самодельными.

Трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике из пластин трансформаторной стали Ш25, толщина набора 50 *мм*. Намоточные данные приведены в табл. 4-1.

Дроссель $Др_1$ выполнен на сердечнике Ш15 из пластин трансформаторной стали, толщина набора 32 *мм*. Дроссель содержит 1 250 витков провода ПЭВ-2 0,38.

Намоточные данные катушек индуктивности и высокочастотных дросселей приведены в табл. 4-2.

Таблица 4-2

Обозначение по схеме	Число витков	Провод	Каркас		Намотка	Индуктивность, *мкгн*
			Материал	Диаметр, *мм*		
L_1	32	ПЭЛШО 0,51	Полистирол	18	Сплошная, один слой	10
L_2	10	ПЭВ-2 1,0	»	18	То же	1,5
L_3	46	ПЭВ-2 0,7	»	18	»	14
L_4	19	ПЭВ-2 1,0	»	18	»	4
L_5	10	ПЭВ-2 1,0	»	18	»	1,5
L_6	4	Посеребренный 2,9	Без каркаса	20	Шаг 2 *мм*	0,3
L_7	22	То же	» »	33	Шаг 1 *мм*	5
L_8	7	»	» »	35	Шаг 3 *мм*	1,4
$Др_2$—$Др_8$	200× ×4	ПЭЛШО 0,15	Текстолит	5	Универсаль	3 000

Конденсаторы C_2—C_9, C_{13}, C_{15}, C_{18}—электролитические; C_1—типа КБГИ, КБГМ с рабочим напряжением не менее 400 *в*; C_{10}, C_{14}, C_{16} — типа МБМ; C_{11}, C_{12}, C_{19}, C_{26}, C_{31}, C_{39}, C_{41}, C_{49}, C_{51}, C_{52} — типа БМ-2, C_{17}, C_{23}, C_{28}, C_{29}, C_{37}, C_{38}, C_{48}, C_{56} — типа КСО (C_{23} — желательно группы Г); C_{20}, C_{24} C_{27}, C_{35}, C_{36}, C_{42}, C_{43}, C_{44}, C_{47} C_{58} — типа КТ (C_{20}, C_{24} — синего цвета, C_{27} — красного); C_{25}, C_{30}, C_{32}, C_{33}, C_{40}, C_{50} — типа К4ОП; C_{53}, C_{54} — типа СГМ; C_{22}, C_{34} — типа КПК-1; C_{21}, C_{57} — стандартные сдвоенные агрегаты любого типа, у C_{57} неподвижные пластины обеих секций соединены параллельно; C_{46} — любого типа, в данной конструкции применен КПВ-140 с удлиненной осью; C_{55} — любого типа, с зазором между пластинами не менее 0,8 *мм*, в данной конструкции использован антенный конденсатор от радиостанции Р-104.

Переключатели $В_1$, $В_2$, $В_6$ — тумблеры ТП1-2, $В_3$ — двухгалетный типа 4П4Н.

Реле $Р_1$ — типа РЭС-6 (паспорт РФ0. 452. 141) или РЭС-9 (паспорт РС4. 524. 201), $Р_2$, $Р_3$ — высокочастотные любого типа. В край-

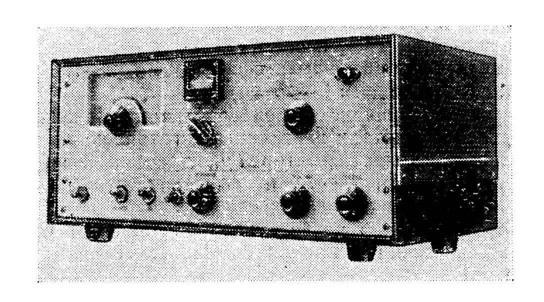


Рис. 4-2. Внешний вид передатчика.

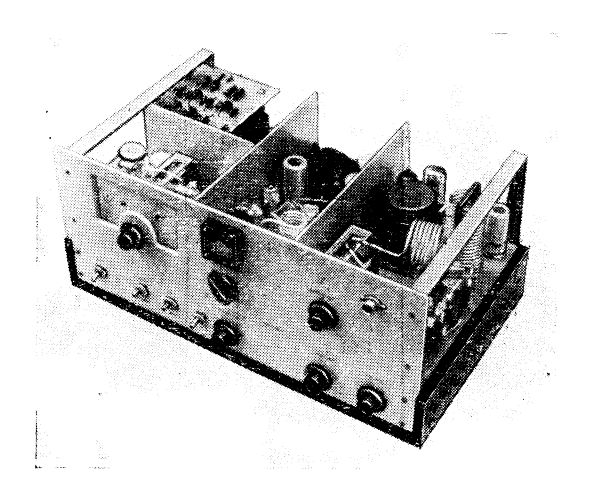


Рис. 4-3. Внешний вид передатчика со снятым кожухом.

нем случае можно использовать реле типа РЭС-9, соединив параллельно контактные пары.

Измерительный прибор — типа М4203 со шкалой на 15 *ма* или любой другой с тем же током полного отклонения. Можно установить два прибора (в сеточную и анодную цепи) вместо резисторов R_{48} и R_{51}. В этом случае переключатель B_6 и резисторы R_{48}, R_{51}, R_{52} не нужны.

Конструкция передатчика поясняется рис. 4-2—4-5. Он собран на П-образном горизонтальном шасси размерами 400×230×65 *мм*, к которому с помощью болтов и скоб прикреплена вертикальная передняя панель размерами 400×170 *мм*. Шасси разделено на четыре отсека вертикальными перегородками — экранами. Для изготовления

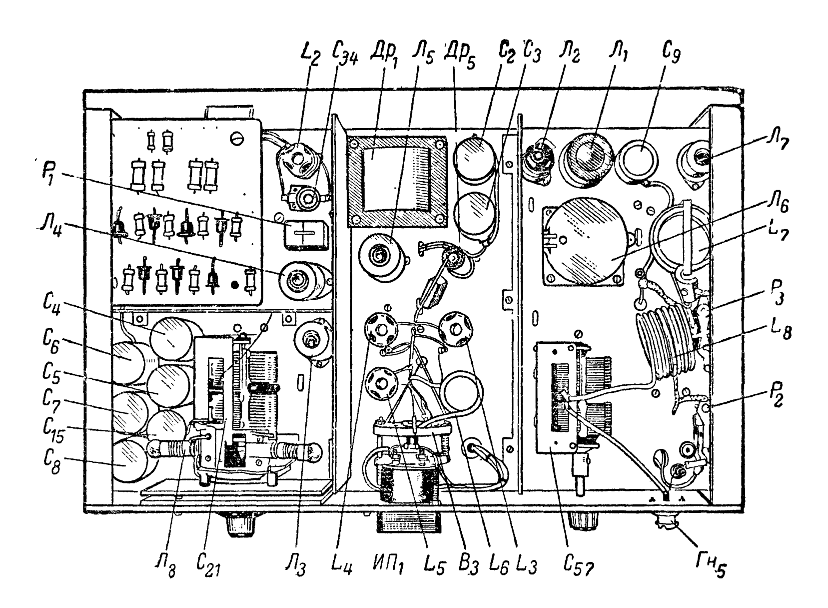


Рис 4-4 Расположение деталей передатчика (вид сверху).

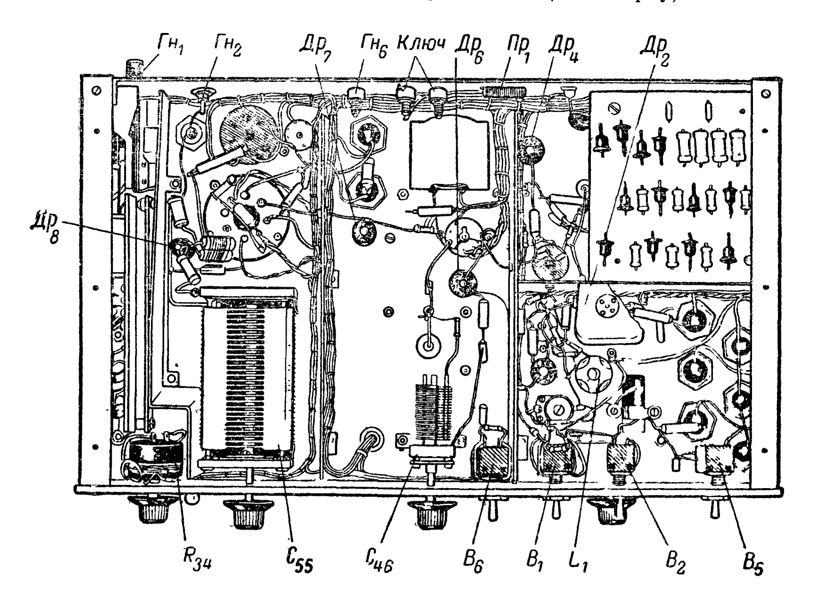


Рис. 4-5. Расположение деталей передатчика (вид снизу).

шасси, передней панели и перегородок использован дюралюминий толщиной 2 *мм.*

Сверху передатчик закрывается съемным кожухом, в котором просверлены ряды отверстий для отвода тепла, выделяющегося при работе передатчика.

На переднюю панель вынесены шкала настройки задающего генератора (в левом верхнем углу), измерительный прибор $ИП_1$, гнездо антенны передатчика $Гн_5$ и все органы управления — оси конденсаторов C_{21}, C_{46}, C_{55}, C_{57}, резистора R_{34} (с выключателем B_4) и переключателя B_3, ручки переключателей B_1, B_2, B_6 и выключателя B_5. Гнезда $Гн_1$—$Гн_4$, $Гн_6$ и предохранитель $Пр_1$ размещены на задней стенке горизонтального шасси.

Сверху шасси установлены трансформатор $Тр_1$, дроссель $Др_1$, конденсаторы переменной емкости C_{21}, C_{57}, электролитические конденсаторы фильтров выпрямителя, катушки индуктивности L_3—L_8, реле, электронные лампы и газоразрядные стабилитроны. Остальные детали размещены в подвале шасси.

В отдельных отсеках смонтированы: задающий генератор вместе с электролитическими конденсаторами фильтров выпрямителей; выпрямитель и буферный каскад; усилитель-умножитель с дросселем фильтра $Др_1$ и конденсаторами C_2 и C_3; оконечный каскад с модулятором.

Элементы выпрямителей, а также резисторы R_{18}—R_{24}, R_{40}, R_{42}, R_{44}, R_{49}, R_{50}, R_{53} смонтированы на двух печатных платах, каждая из которых укреплена на силовом трансформаторе (снизу и сверху). Большинство элементов модулятора также смонтировано на печатной плате.

Налаживание передатчика следует начать с проверки соответствия монтажа принципиальной схеме. После этого необходимо убедиться в нормальной работе выпрямителей. Для этого следует измерить напряжения на выходах выпрямителей (на соответствующих электролитических конденсаторах) относительно общего провода при ненажатом ключе, переключателе B_1 в положении «*Тлг*» и переключателе B_2 в положении «Работа». Измерять напряжения можно с помощью любого авометра. На конденсаторе C_3 напряжение должно быть равно +600 *в*, на конденсаторе C_5+300 *в*, на конденсаторе C_7—150 *в*, на конденсаторе C_8—24 *в*. Значительное отличие (больше ±20%) измеренных напряжений от приведенных выше укажет на неисправность трансформатора $Тр_1$ или какой-либо детали сглаживающего фильтра.

После измерения напряжений выпрямителей следует проверить токи, протекающие через газоразрядные стабилитроны. Они должны быть равны примерно 30 *ма*. В случае необходимости установить требуемую величину тока можно с помощью подбора резисторов R_{18}—R_{20} (при этом следует одновременно заменять все три резистора, так чтобы их номиналы были всегда одинаковыми) и R_{22}.

Следующий этап налаживания — регулирование задающего генератора. Для этого потребуется применение какого-либо индикатора высокочастотного напряжения и прибора, позволяющего измерять частоту генерируемых колебаний. В любительских условиях этими приборами могут быть ГИР или в крайнем случае приемник радиостанции.

Во избежание ошибок лампы $Л_4$—$Л_6$ при налаживании задающего генератора следует вынуть из панелек. Переводя переключатель B_2 в положение «*Настройка*», проверяют наличие колебаний задаю-

щего генератора. В случае их отсутствия можно попробовать несколько увеличить емкость конденсаторов C_{23} и C_{24}.

Убедившись в том, что задающий генератор работает, определяют диапазон изменения его частоты при перестройке с помощью конденсатора C_{21}. Регулировкой емкости подстроечного конденсатора C_{22} (а в случае больших отклонений — подбором емкости конденсаторов C_{23} и C_{24} или изменением числа витков катушки L_1) устанавливают этот диапазон в пределах 3,5—3,7125 *Мгц*. Расширение диапазона (по сравнению с отведенным для радиолюбителей участком в диапазоне 3,5 *Мгц*) вызвано необходимостью получения верхней границы диапазона 28—29,7 *Мгц*.

Это обстоятельство в дальнейшем следует учитывать при работе в диапазоне 3,5—3,65 *Мгц* с тем, чтобы не допускать выхода за пределы диапазона.

В случае обнаружения большой температурной нестабильности частоты генерируемых задающим генератором колебаний может потребоваться подбор конденсаторов, входящих в контур генератора. При этом следует заменять конденсаторы C_{20}, C_{24} и C_{27} конденсаторами той же емкости, но с другими температурными коэффициентами, так чтобы скомпенсировать изменением их емкости под влиянием температуры существующие дестабилизирующие факторы.

Наладив задающий генератор, переходят к налаживанию следующего, буферного каскада, вставив лампу $Л_4$ в ее панельку. Налаживание заключается в настройке с помощью конденсатора C_{34} на частоты диапазона 14—14,85 *Мгц* контура L_2 C_{34}—C_{36} C_{21}. И в этом случае верхняя граница диапазона 14—14,35 *Мгц* оказывается перекрытой, что необходимо для получения частоты 29,7 *Мгц*, о чем не следует забывать при дальнейшей эксплуатации передатчика в диапазоне 14 *Мгц*.

Настройку контуров удобно производить с помощью ГИР, работающего в режиме абсорбционного волномера. Этот прибор одновременно будет выполнять функции индикатора настройки и частотомера. Последнее особенно важно, так как в процессе настройки можно ошибочно установить частоту контура, соответствующую не четвертой, а, скажем, третьей или второй гармонике задающего генератора.

После настройки буферного каскада вставляют в панельку лампу $Л_5$ и аналогичным образом настраивают на частоты соответствующих любительских диапазонов контуры в ее анодной цепи, переключаемые переключателем $В_{3а}$. Здесь частоту контура устанавливают, подбирая емкость конденсаторов C_{42}—C_{45}. Предварительно может потребоваться некоторая подстройка контура предыдущего каскада (на лампе $Л_4$), поскольку при включении лампы $Л_5$ емкость этого контура несколько возросла за счет подключения к нему входной емкости лампы.

Наконец, вставив в панельку лампу $Л_6$, приступают к налаживанию оконечного каскада. Предварительно уточняют настройку контуров удвоителя-усилителя, которая может измениться при подключении к контуру входной емкости лампы $Л_6$. При этом в качестве индикатора можно использовать измерительный прибор $ИП_1$, включив его для измерения сеточного тока, установив переключатель $В_2$ в положение *«Работа»* и замыкая на небольшое время ключ. Включать передатчик на длительное время не следует, потому что при ненастроенном выходном контуре оконечного каскада на аноде лампы $Л_6$ выделяется слишком большая мощность, и она выйдет из строя.

В диапазонах 3,5 и 7 *Мгц* (при максимуме настройки) прибор должен показывать ток около 15 *ма*, в диапазонах 14 и 28 *Мгц* — не менее 10 *ма*.

Выходной каскад следует налаживать, подключив к выходу передатчика (гнезду $Гн_5$) эквивалент антенны — резистор сопротивлением, равным волновому сопротивлению фидера антенны, или лампу накаливания. Мощность резистора или лампы должна быть не менее 30—40 *вт*. Переключатель B_1 должен находиться в положении «*Тлг*», а B_2 — в положении «*Работа*».

Прежде всего настраивают (аналогично настройке предварительных каскадов) контур, включенный в анодную цепь. При этом вначале устанавливают минимальную связь с эквивалентом антенны, полностью введя конденсатор C_{57} и поочередной регулировкой конденсаторов C_{55} и C_{57} настраивают контур в резонанс, добиваясь максимально яркого свечения лампы-эквивалента антенны или максимального тока в цепи нагрузочного резистора (измерять этот ток можно с помощью теплового или иного высокочастотного амперметра).

Если окажется, что максимальной мощности передатчика соответствует крайнее (максимальное или минимальное) положение ротора конденсатора C_{55}, необходимо переместить по катушке L_7 или L_8 отвод с тем, чтобы соответственно увеличить или уменьшить индуктивность включенной части катушки. При этом следует контролировать частоту настройки контура с помощью ГИР.

При оптимальной настройке оконечного каскада анодный ток лампы может достигать 100 *ма*, а ток в цепи эквивалента антенны 0,35 *а* в диапазоне 28 *Мгц* и 0,5 *а* — в остальных диапазонах.

При переключении переключателя B_1 в положение «*Тлф*» анодный ток оконечного каскада должен уменьшиться примерно в 2 раза, это будет свидетельствовать о правильном выборе рабочей точки для работы в телефонном режиме.

В заключение проверяют работу микрофонного усилителя и модулятора, подключив на выход последнего через конденсатор емкостью около 0,01 *мкф* высокоомные головные телефоны, а на вход усилителя — микрофон. При отсутствии ошибок в монтаже и применении исправных деталей эти каскады передатчика обычно не требуют налаживания. Единственно, что может оказаться необходимым,— это борьба с фоном переменного тока. Вообще говоря, следует добиваться полного отсутствия (на слух) фона. Борьбу с фоном ведут обычными мерами — улучшают фильтрацию выпрямленного напряжения (увеличивая емкости конденсаторов фильтров), экранируя входные цепи, длина которых должна быть минимальной, и т. п. В отдельных случаях может принести пользу замена транзистора T_1.

Нередко радиолюбители сталкиваются при настройке передатчиков с таким неприятным явлением, как самовозбуждение. Оно может возникнуть либо в одном (чаще — оконечном) каскаде, либо сразу в нескольких каскадах. Обнаружить самовозбуждение можно в телеграфном режиме (при ненажатом ключе) по свечению неоновой лампочки, поднесенной к анодному контуру, либо свечению лампы-эквивалента нагрузки. На наличие самовозбуждения укажут также показания прибора $ИП_1$, отличные от нуля (разумеется, опять-таки при ненажатом ключе).

Самовозбуждение является следствием нежелательной положительной обратной связи, возникающей в каскаде из-за неудачного монтажа (близкого расположения входных и выходных цепей), вли-

яния проходной емкости лампы (анод — управляющая сетка), плохой экранировки, недостаточной развязки по цепям питания и т. п.

Для устранения самовозбуждения следует попытаться выяснить и устранить причину ее появления. В данном передатчике в цепях питания всех каскадов включены развязывающие фильтры. Поэтому причиной самовозбуждения может оказаться неудачный монтаж. Наиболее вероятным местом возникновения самовозбуждения чаще всего бывает оконечный каскад. Если окажется, что именно он подвержен самовозбуждению (а убедиться в этом можно, вынув из панельки лампу $Л_5$), следует прежде всего попробовать изменить взаимное расположение проводов анодной и сеточной цепей. Кроме того, сигнал обратной связи может проходить по цепям питания реле $Р_2$ и $Р_3$. В этом случае окажется полезным включение в цепи питания реле развязывающих *RC*-фильтров или даже простое шунтирование обмоток реле конденсаторами емкостью 1—5 тыс. *пф*.

Если ни одна из примененных мер не спасает от самовозбуждения, от него можно избавиться, включив в цепь анода или анода и сетки одновременно «антипаразитных» резисторов сопротивлением 50—200 *ом* (их сопротивление следует подобрать экспериментально). Резистор, включенный в анодную цепь (его мощность рассеяния должна быть не менее 2 *вт*), необходимо зашунтировать дросселем, состоящим из нескольких витков провода диаметром не менее 1 *мм*. Этот дроссель лучше всего намотать непосредственно на корпусе резистора. «Антипаразитные» резисторы следует включать в цепи непосредственно у лепестков ламповой панели.

Следует отметить, что включение упомянутых резисторов хотя и являются кардинальной мерой, в большинстве случаев устраняющей самовозбуждение, все же имеет и отрицательную сторону, поскольку уменьшает отдаваемую передатчиком мощность. Однако на эту меру необходимо идти, если другие способы устранения самовозбуждения не дают результатов. Работать на передатчике, не устранив полностью самовозбуждения (даже самого незначительного), ни в коем случае нельзя, так как такой передатчик неизбежно будет излучать в эфир посторонние сигналы, частота которых, к тому же, может оказаться за пределами любительских диапазонов, что является серьезным нарушением установленных технических норм. Кроме того, самовозбуждение существенно ухудшает тон передатчика при работе телеграфом и качество модуляции — при работе телефоном.

Иногда передатчик, работающий нормально в телеграфном режиме, вдруг начинает самовозбуждаться при переходе в телефонный режим. Обычно причиной этого является накладка мощного высокочастотного сигнала с выхода передатчика на вход микрофонного усилителя, нарушающая нормальный режим его работы. Если микрофонный провод заключен в экран и между этим экраном и корпусом передатчика имеется надежный электрический контакт, самовозбуждение такого рода можно устранить, включив на вход усилителя *RC*-фильтр (вместо резистора R_{28}), состоящий из резистора сопротивлением 100—200 *ком* и конденсатора емкостью 1—2 тыс. *пф*.

Этот передатчик эксплуатировался на любительской радиостанции в течение нескольких лет. С его помощью было проведено много связей радиолюбителями всех континентов земного шара. Неизменно тон и качество модуляции передатчика получали хорошую оценку.

Передатчики для «охоты на лис»

Во многих случаях при проведении тренировок и соревнований по «охоте на лис» используются передатчики, не предназначенные для этих целей — имеющие большую, чем требуется для «охоты на лис», мощность, к тому же выполненные на лампах. Эти передатчики громоздки, имеют большую массу, требуют наличия источников питания большой емкости. Поэтому транспортировка «лис», оснащенных такими передатчиками, зачастую представляет известную трудность.

Миниатюрные и сравнительно маломощные передатчики на транзисторах, разработанные специально для проведения тренировок и соревнований по «охоте на лис» горьковским радиоспортсменом, мастером спорта СССР международного класса А. И. Гречихиным (UA3TZ), позволяют значительно упростить организацию тренировок и соревнований, удобны в транспортировке и работе, экономичны.

Первый, относительно простой передатчик (автор назвал его «Березка») предназначен для работы в телефонном или телеграфном режиме и требует наличия оператора (при проведении тренировок таким оператором может быть тренер).

Более удобен, хотя и более сложен передатчик (названный автором «Щенок»), который работает в автоматическом режиме телеграфных посылок, передавая позывной сигнал «МО». Применение автоматики позволяет обойтись (как при тренировках, так и во время соревнований) без специального оператора. Действительно, при работе на обычном, неавтоматическом передатчике роль оператора сводится только к передаче в эфир условного сигнала (например, «я лиса первая») через равные промежутки времени. Эту роль вполне можно поручить выполнять автомату, что и сделал автор конструкций.

Оба передатчика предназначены для работы в 80-метровом любительском диапазоне.

Передатчик «Березка»

Передатчик имеет подводимую мощность в телеграфном режиме, равную 3 *вт*, и питается от батареи из десяти элементов 373 («Марс»). Один комплект элементов обеспечивает непрерывную работу передатчика в течение 10 *ч*, а при работе сеансами — работу в течение 10—15 тренировок или соревнований. Масса передатчика, укомплектованного батареями и антенной, не превышает 3 *кг*.

Схема передатчика представлена на рис. 4-6. Его задающий генератор собран на транзисторе T_1 по схеме с последовательным включением кварца $П_{э1}$ в цепь обратной связи. В качестве телеграфного ключа используется кнопка $Кн_1$, включенная в цепь эмиттера задающего генератора. Буферный каскад (T_2) работает в режиме класса С по схеме с общей базой. Резистором R_4 можно регулировать уровень возбуждения выходного каскада. При работе телефоном в цепь коллектора T_2 включается вторичная обмотка модуляционного трансформатора $Тр_1$ и резистор R_{11} (для понижения постоянного напряжения коллектор — база). Выходной каскад работает также в режиме класса С. Он собран по схеме с общим эмиттером и заземленным коллектором. Такая схема позволяет соединить корпус (коллектор) транзистора T_3 непосредственно с кожухом передатчика, не делая специальных радиаторов для охлаждения или изоляционных прокладок.

Выходной контур состоит из индуктивности ферровариометра L_5 и распределенных параметров антенны.

Модулятор передатчика собран на трех транзисторах T_4—T_6. В цепи микрофона, роль которого выполняет высокоомный телефон типа ТОН-2, стоит фильтр C_{11} $Др_2$ C_{12} для защиты входа усилителя от попадания колебаний высокой частоты. Выходной каскад модулятора по схеме с общим коллектором работает на повышающий трансформатор $Тр_1$. Такая схема дает большое усиление при допустимых искажениях и позволяет хорошо согласовать выходное сопротивление каскада и сопротивление нагрузки.

Рис. 4-6. Принципиальная схема передатчика «Березка».

Передатчик смонтирован в прямоугольном закрытом со всех сторон кожухе в виде коробки, согнутой из листового алюминия (рис. 4-7). Габариты коробки 150×90×45 *мм*. На одной из поверхностей коробки (на рис. 4-7 — верхняя), снаружи укреплен транзистор T_3 усилителя мощно-

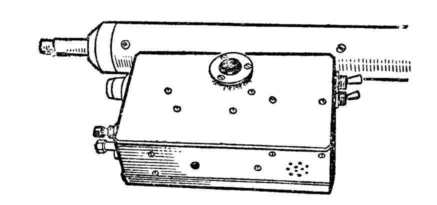


Рис. 4-7. Внешний вид передатчика «Березка» в кожухе.

сти. При этом достигаются наилучшие условия теплоотвода от транзистора, а коробка-кожух передатчика выполняет роль радиатора.

В узкой продольной грани кожуха просверлен ряд отвертий. Изнутри кожуха, напротив этих отверстий, установлен микрофон. Противоположной продольной гранью кожух прикреплен к верхней части алюминиевой трубы диаметром 42 и длиной 820 *мм*. Внутри трубы размещены батареи питания На расстоянии 640 *мм* от нижнего конца в трубе установлен изолятор с контактом для плюсового конца батареи, а корпус последнего элемента соединяется с трубой стальной пружиной, укрепленной на крышке-заглушке. С другого конца трубы тремя винтами М5 укреплен фторопластовый антенный изолятор, к которому прикрепляется антенна.

Переключатель B_1 и выключатель питания B_2 размещены на нижней поперечной грани кожуха, а ось переменного резистора R_4 и кнопка $Кн_1$ — на верхней.

Выходной каскад передатчика экранирован от остальных каскадов перегородкой. Задающий генератор и буфер смонтированы на гетинаксовой панели с размерами 20×75 *мм*, а модулятор — на панели с размерами 35×45 *мм*. Катушки L_1 и L_8 разнесены друг от друга на 60 *мм* и не экранированы.

Передатчик «Березка» не содержит дефицитных деталей. Катушки L_1, L_2 и L_3, L_4 на мотаны на трехсекционных каркасах с ферритовыми кольцами μ-100 (от приемника «Октава»). Их намоточные данные указаны в табл. 4-3. Ферровариометр L_5 намотан на каркасе от регулятора размера строк (РРС) телевизора диаметром 12 *мм*. Ферритовый столбик РРС заменен ферритовым стержнем из материала 400НН таких же размеров. Эта замена позволила заметно снизить потери в катушке. Три витка связи с транзистором следует наматывать с того конца каркаса, куда уходит ферритовый стержень при уменьшении индуктивности (ближе к ручке). В качестве модуляционного трансформатора $Тр_1$ использован согласующий трансформатор от карманного приемника.

Таблица 4-3

Обозначение по схеме	Число витков	Провод
L_1	30+15	ПЭВ-1 0,15
L_2	3	ПЭВ-1 0,15
L_3	45	ПЭВ-1 0,15
L_4	3	ПЭВ-1 0,15
L_5	55+3	ПЭВ-1 0,5

В случае правильно выполненного монтажа и применения исправных деталей налаживание передатчика сводится к настройке контуров L_1C_2 и L_3C_5 сердечниками для получения устойчивой генерации и достаточной амплитуды возбуждения ($I_к = 200 \div 250$ *ма*) выходного каскада. При недостаточном или, наоборот, чрезмерном возбуждении либо склонности к самовозбуждению следует попробовать изменить количества витков катушек L_2, L_4.

Выходной каскад настраивают при включенной антенне ферровариометром по свечению неоновой лампочки $Л_1$ в телеграфном режиме и при выведенном резисторе R_4 (движок в левом по схеме

положении). На устойчивость работы каскада и согласование с нагрузкой влияет положение отвода от катушки L_5. В телефонном режиме ток коллектора T_3 уменьшают до 80—520 *ма* подбором сопротивления резистора R_{11}. Налаживание модулятора заключается в проверке монтажа и установке режимов транзисторов. Для получения достаточной глубины модуляции (около 60%) амплитуда напряжения звуковых частот на вторичной обмотке $Тр_1$ должна составлять приблизительно 4—6 *в*.

Для эффективного излучения электромагнитных волн физические размеры антенны передатчика должны быть сравнимы с длиной волны. Поэтому не приходится удивляться, когда, например, сигнал передатчика с подводимой мощностью 10 *вт*, работающего на короткую штыревую антенну (в диапазоне 80 *м*), едва слышен на расстоянии всего в несколько километров. В то же время расчетным путем можно определить, что для получения на расстоянии, к примеру, 5 *км* достаточного для уверенного приема поля 20 *мкв/м* требуется мощность передатчика всего в 0,1 *вт*.

Таким образом, применение короткой антенны, а также отсутствие (как правило) хорошего заземления сводят на нет все усилия по транспортировке и установке мощного передатчика и затрудняют ориентировку спортсменов по сигналам «лис».

Для того чтобы не повторять этой, к сожалению, весьма распространенной ошибки, А. И. Гречихин решил отказаться от применения случайных антенн и разработал свою конструкцию антенны. Эта антенна обеспечивает прием телеграфных сигналов передатчика с помощью приемника чувствительностью 10 *мкв/м* на расстоянии до 20 *км* в дневное время (ночью дальность действия передатчика несколько сокращается из-за помех со стороны дальних станций, сигналы которых в дневное время не проходят). Уверенный прием телефонных сигналов оказался возможным на расстоянии 8 *км*. Для того чтобы сохранить преимущества, даваемые портативной конструкцией, антенна выполнена в виде разборного штыря со «звездочкой» на вершине. Сама антенна состоит из четырех колен в виде тонких дюралюминиевых трубок длиной по 1 *м* каждая. Трубки вставляются одна в другую, это дает возможность устанавливать различную высоту антенны (от 1 до 4 *м*) в зависимости от необходимой дальности работы передатчика и возможности замаскировать антенну. «Звездочка» выполнена из тонкой стальной ленты (от измерительной рулетки) и состоит из четырех лучей длиной по 25 *см* каждый.

При работе на портативном передатчике, как уже было сказано, для эффективного излучения необходимо выполнение хорошего заземления. Кроме того, в случае эксплуатации вблизи открытых низковисящих линий электропередачи хорошее заземление необходимо для обеспечения безопасности оператора.

Заземление для передатчика «Березка» может быть выполнено с помощью отрезка трубы, металлического штыря и тому подобных предметов, вбитых или закопанных в землю на желательно большую глубину.

При тренировках с передвижной («бегающей») «лисой», особенно при работе «лисы» в движении, выполнение заземления затруднено. В этом случае допустима работа только на короткую антенну, высотой не более 2 *м*.

Не следует допускать к работе на передатчике посторонних лиц, не знакомых с общими правилами техники безопасности, особенно

детей. Прежде чем развертывать антенну, необходимо убедиться в отсутствии рядом низковисящих проводов.

Желательно обслуживать передатчик вдвоем, чтобы в случае необходимости могла быть оказана помощь.

Для проверки эффективности работы передатчика в зависимости от высоты антенны были проведены расчеты и эксперименты по определению относительной напряженности поля в месте приема. Полученные данные приведены в табл. 4-4.

Таблица 4-4

Высота штыря, *м*	Уровень поля (эксперимент), *дб*	Уровень поля (расчет), *дб*
1	0	0
2	3	6
3	6	9,4
4	9	12
4*	11	18

За нулевой уровень условно принята напряженность поля при высоте антенны, равной 1 *м*. Увеличение уровня на 11 *дб* в случае антенны полной длины со «звездочкой» означает увеличение дальности действия передатчика примерно в 3 раза. Несовпадение расчетных и экспериментальных данных можно, по-видимому, объяснить приближенностью расчетной формулы, полностью справедливой только для случая идеальной «земли».

Передатчик «Щенок»

Передатчик предназначен для использования на тренировках и соревнованиях по «охоте на лис». Подводимая к выходному каскаду мощность составляет приблизительно 0,5 *вт*. Передатчик имеет кварцевую стабилизацию частоты, питается от двух батарей 3336Л (КБС-Л-0,5) и одного элемента 1,3-ФМЦ-0,25. Антенна — гибкий штырь высотой 1,5 *м*. Масса передатчика с антенной и питанием 1,5 *кг*.

Особенностью передатчика является применение автоматического манипулятора, выдающего последовательно серии импульсов (тире), из которых складывается позывной сигнал «МО». Передатчик излучает непрерывно со скоростью примерно 10 посылок в минуту. Наличие автоматического манипулятора позволяет весьма эффективно решать многие задачи. Новички быстрее привыкают к телеграфу и запоминают звучание позывных, если на всех тренировках использовать телеграфные «лисы». Передатчик не нуждается в знающем телеграфную азбуку операторе. Его можно маскировать и без оператора, что намного усложняет поиск. Такие тренировки очень полезны: «охотники» приучаются искать не глазами, а «ушами» — больше доверяя приемнику. Наконец, увлекательно и динамично проходят тренировки с «бегающей лисой», в которых автоматический передатчик неоценим.

Блок-схема передатчика показана на рис. 4-8, а рис. 4-9 поясняет принцип формирования телеграфных посылок (на нем изображе-

ны эпюры напряжений на выходе отдельных узлов передатчика).

Генератором тактовой частоты автоматического манипулятора является блокинг-генератор запуска *БЗ*, работающий в режиме автоколебаний. С его выхода (точка *1*) снимаются короткие импульсы положительной полярности, имеющие период повторения 6 *сек*.

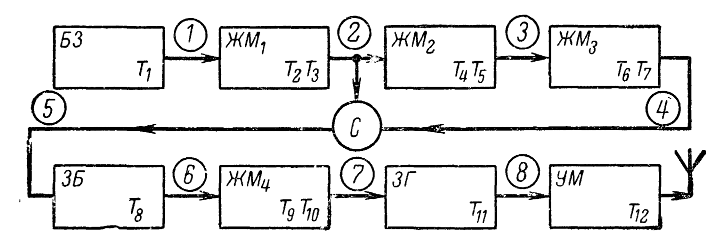


Рис. 4-8. Блок-схема передатчика «Щенок».

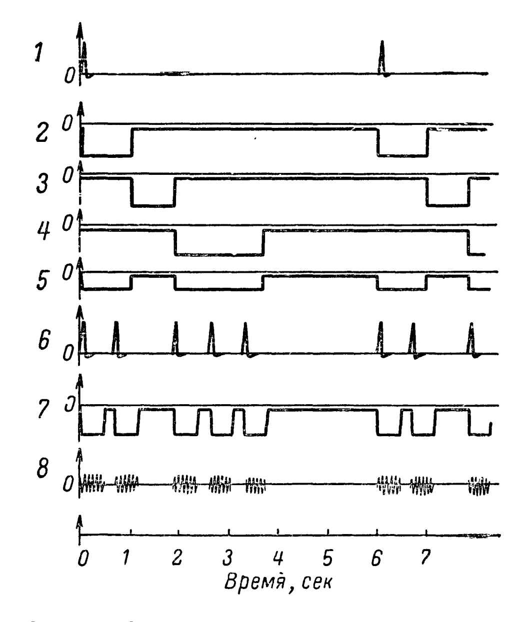


Рис. 4-9. Эпюры напряжений сигналов функциональных узлов передатчика «Щенок».

Эти импульсы используются для запуска ждущего мультивибратора *ЖМ*$_1$, который имеет одно устойчивое состояние и формирует импульсы отрицательной полярности с длительностью около 1 *сек* (точка *2*). Импульс, сформированный мультивибратором *М*$_1$, дифференцируется, и его задний фронт запускает ждущий мультивибратор *ЖМ*$_2$ (аналогичный *ЖМ*$_1$). Импульс, сформированный мульти-

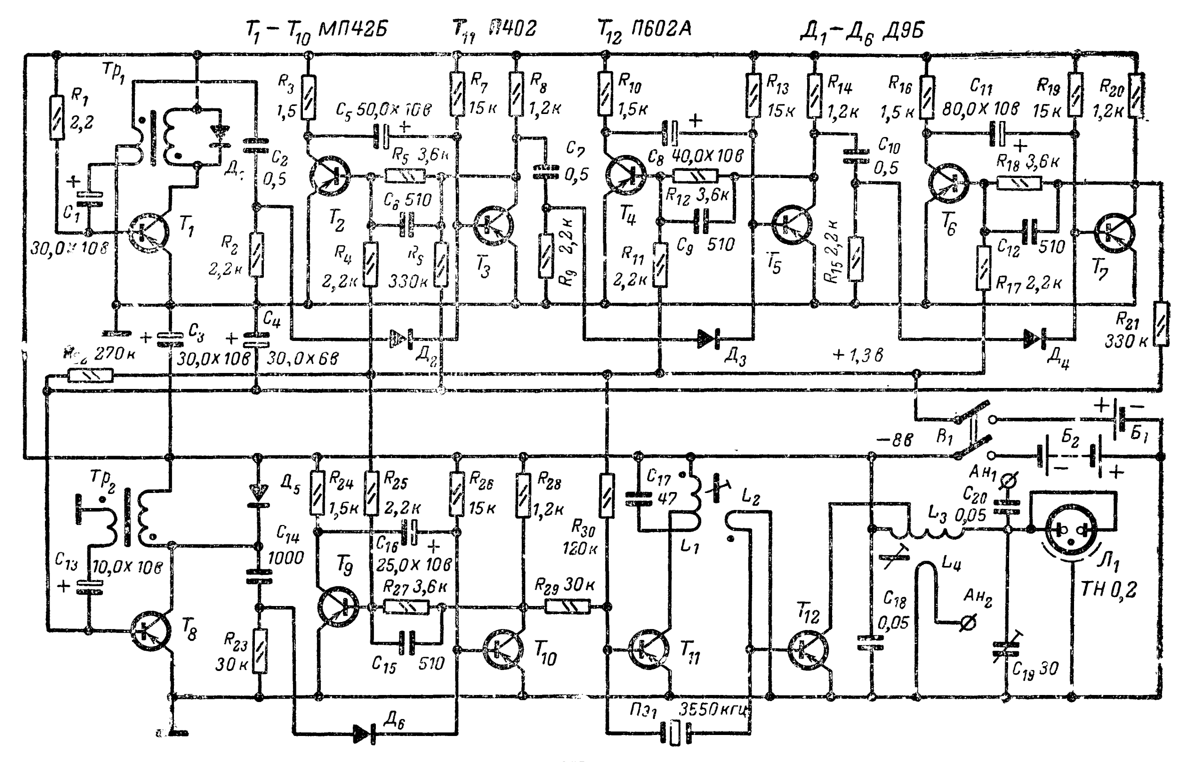


Рис. 4-10. Принципиальная схема передатчика «Щенок».

вибратором $ЖМ_2$ (точка *3*), имеет также отрицательную полярность, а его длительность приблизительно равна 0,9 *сек*. Этот импульс также дифференцируется, и его задний фронт запускает третий ждущий мультивибратор — $ЖМ_3$. Последний формирует импульс отрицательной полярности длительностью примерно 1,8 *сек* (точка *4*).

С точек *2* и *4* импульсы снимаются и поступают на сумматор *С*, на выходе которого (точка *5*) выделяется суммарный импульс, используемый для открывания нормально закрытого блокинг-генератора *ЗБ*. В открытом состоянии блокинг-генератор *ЗБ* работает в автоколебательном режиме, генерируя импульсы (точка *6*), которые в дальнейшем используются для запуска еще одного ждущего мультивибратора с одним стабильным состоянием — *ЖМ4*. Последний генерирует сигналы «тире», соответствующие буквам М и О.

Напряжение, снимаемое с выхода мультивибратора $ЖМ_4$ (точка *7*), управляет задающим генератором *Т* передатчика, который в момент действия импульса генерирует синусоидальный сигнал с частотой 3 550 *кгц* (точка *8*). Таким образом происходит автоматическая телеграфная манипуляция передатчика.

В дальнейшем сигнал, генерированный задающим генератором, поступает на окончательный каскад — усилитель мощности *УМ*, к выходу которого подключена антенна.

Принципиальная схема передатчика «Щенок» приведена на рис. 4-10.

Узлы манипулятора собраны по типовым схемам и различаются только режимами работы и номиналами элементов, определяющих временные параметры. Такими элементами являются в блокинг-генераторах конденсаторы C_1 и C_{13} совместно с резисторами в базовых цепях, а в мультивибраторах — конденсаторы C_5, C_8, C_{11} и C_{16}.

Каждый мультивибратор имеет цепь запуска (например, $C_7R_9Д_3$) для разделения постоянных составляющих, дифференцирования предыдущего импульса и подачи на запуск положительных перепадов. В устойчивом состоянии левый транзистор ждущего мультивибратора (например, T_2 в $ЖМ_1$) закрыт, а правый открыт. С приходом положительного импульса на базу правого транзистора последний закрывается, а левый открывается. Это состояние неустойчиво, и через некоторое время, которое определяется величиной емкости C_5, мультивибратор переходит в исходное устойчивое состояние, формируя отрицательный импульс напряжения на коллекторе правого триода. Сумматор выполнен на резисторах R_6, R_{21}, R_{22}.

Задающий генератор (T_{11}) с кварцевым резонатором в цепи обратной связи нормально закрыт и открывается отрицательными импульсами, подаваемыми на базу транзистора T_{11} с коллектора T_{10}. Оконечный каскад работает в режиме класса С (с отсечкой) и нагружен контуром L_3C_{19}, в который также входит емкость антенны $Ан_1$. При желании повысить дальность действия передатчика можно сделать вывод для длинной (15—20 *м*) антенны $Ан_2$ с индуктивной связью. Выходной контур настраивают по свечению неоновой лампочки $Л_1$ ферровариометром L_3.

Функциональные узлы автоматического манипулятора и передатчика смонтированы в виде модулей на отдельных гетинаксовых панелях размерами 40×75 *мм* (ждущие мультивибраторы и нормально закрытый блокинг-генератор вместе с сумматором) и 20×75 *мм* (блокинг-генератор запуска, задающий генератор). Эти модули установлены в подвале коробчатого шасси размерами

230×105×45 *мм*, являющегося одновременно кожухом передатчика (рис. 4-11). На верхней узкой продольной грани кожуха размещены выключатель B_1 и выводы антенн $Ан_1$ и $Ан_2$.

В этом же кожухе расположены батареи питания передатчика.

Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$ намотаны на ферритовых кольцах типоразмера К20×5×5 из феррита марки 2000НН. Для изготовления катушек L_1 и L_2 применены трехсекционные каркасы с ферритовыми кольцами от радиоприемника «Октава», для изготовления катушек L_3 и L_4 — каркас от унифицированного регулятора размера

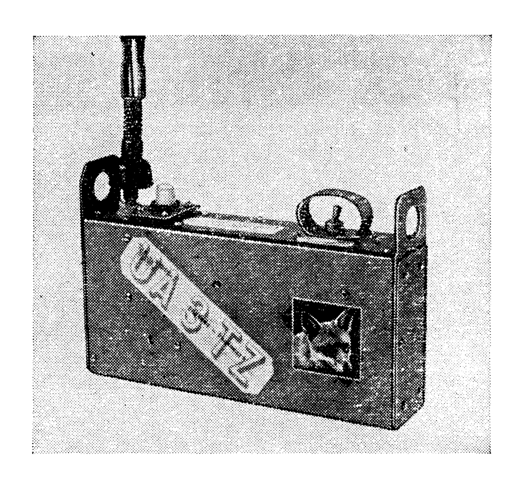


Рис. 4-11. Внешний вид передатчика «Щенок» в кожухе.

строк (РРС) телевизора. Намоточные данные катушек и трансформаторов приведены в табл. 4-5. Отвод от катушки L_3 должен быть сделан у того конца, который находится ближе к ручке регулировки. С этой же стороны каркаса следует расположить и катушку L_4.

Таблица 4-5

Обозначение по схеме	Число витков	Провод
L_1	35+25	ПЭВ-1 0,15
L_2	4	ПЭВ-1 0,15
L_3	60+4	ПЭВ-1 0,15
L_4	6	ПЭВ-1 0,15
$Тр_1$ *I*	50×2	ПЭВ-1 0,1
II	300	ПЭВ-1 0,1
$Тр_2$ *I*	50	ПЭВ-1 0,1
II	300	ПЭВ-1 0,1

Электролитические конденсаторы применены типа К50-3. Перед сборкой они были подвергнуты проверке на величину тока утечки.

Конденсаторы C_5, C_8, C_{11} и C_{16} состоят из нескольких параллельно включенных конденсаторов, суммарная емкость которых должна быть равна емкости, указанной на схеме. В процессе налаживания может потребоваться уточнение величины этой емкости.

При настройке передатчика очень полезен осциллограф, хотя можно обойтись и одним приемником на 80 *м*. Настройку следует начинать с задающего генератора. Переключив временно левый (по схеме) вывод резистора R_{29} с коллектора T_{10} на провод — 8 *в*, вращением сердечника катушки L_1 надо добиться устойчивых и достаточно интенсивных колебаний в контуре задающего генератора, прослушивая их приемником. При отсутствии генерации следует проверить кварцевый резонатор и правильность включения выводов обмоток. Вращением сердечника ферровариометра L_3 настраивают выходной контур в резонанс с частотой возбуждения в режиме непрерывной генерации. Ток коллектора транзистора T_{12} должен быть равен 50 — 70 *ма*; он зависит от количества витков катушки L_2 и усиления транзистора T_{12}. Затем нужно временно отключить верхние (по схеме) выводы резисторов R_6 и R_{21} от соответствующих коллекторов и подключить резистор R_{29} к коллектору транзистора T_{10}.

Соединив временно с проводом — *8 в* верхние выводы резисторов R_6 и R_{21}, открывают генератор *ЗБ*. Подбором емкостей конденсаторов C_{16} и C_{13} добиваются, чтобы длительность импульсов в точке *7* была равна 3/4 периода повторения импульсов блокинг-генератора. Затем, установив период повторения импульсов блокинг-генератора запуска *БЗ* равным примерно 6 *сек*, восстанавливают соединение резисторов R_6 и R_{21} и, подбирая конденсаторы C_5 и C_{11}, добиваются, чтобы за время действия импульса ждущего мультивибратора $ЖМ_1$ блокинг-генератор *ЗБ* устойчиво давал два импульса, а за время действия импульса мультивибратора $ЖМ_3$ — три импульса на запуск генератора «тире». Емкость конденсатора C_8 определяет длительность паузы между знаками.

Трехдиапазонный приемник для «охоты на лис»

В радиоспорте «охота на лис», так же как и в любом другом техническом виде спорта, техническое оснащение радиоспортсмена имеет не меньшее значение, чем его физическая или тактическая подготовка. В современных условиях, когда уровень спортивного мастерства значительно возрос, увеличилось число проводимых соревнований, к аппаратуре «охотника на лис» предъявляются особенно высокие требования.

Самым главным компонентом технического оснащения радиоспортсмена в этом виде радиоспорта является приемник направленного действия, позволяющий пеленговать «лис» и ориентироваться на местности. Этот приемник должен иметь высокую чувствительность для обеспечения уверенного приема сигналов маломощных передатчиков «лис» и диаграмму направленности, позволяющую определять пеленг с достаточно большой точностью. В качестве приспособлений, облегчающих выполнение спортсменом упражнения, приемник «лисолова» должен содержать радиокомпас, позволяющий ориентироваться на местности по сигналам мощной широковеща-

тельной радиостанции, и устройства для ведения ближнего поиска. Приемник должен быть надежным, не бояться тряски, воздействия влаги, резкой смены температур. В то же время необходимо, чтобы он имел минимальные габариты и массу, был удобным в транспортировке и работе.

Кроме того, как и к любой другой радиолюбительской конструкции, предназначенной для массового повторения, к приемнику для «охоты на лис» предъявляются требования простоты монтажа и настройки, отсутствия дефицитных радиодеталей.

Всем сформулированным требованиям достаточно полно отвечает «трехдиапазонный приемник», сконструированный московскими радиоспортсменами мастером спорта СССР В. А. Калачевым и мастером спорта СССР международного класса, кандидатом технических наук В. Н. Верхотуровым. Приемник предложенной конструкции неоднократно применялся ими на соревнованиях самых различных масштабов и неизменно помогал добиваться отличных спортивных результатов.

Приемник собран по супергетеродинной схеме. Его отличительной особенностью является применение сменных головок на диапазоны 3,5, 28 и 144 *Мгц*. Это позволило значительно снизить объем работ по изготовлению механических деталей и почти в 3 раза сократить число радиокомпонентов по сравнению с тремя самостоятельными приемниками на каждый диапазон. Для облегчения повторения приемника он выполнен на печатных платах.

В приемнике применены стандартные промежуточные частоты: 465 *кгц* в диапазоне 3,5 *Мгц* и 6,5 *Мгц* — в диапазонах 28 и 144 *Мгц*. Перекрытие по диапазонам составляет (с некоторым запасом) 3,4—3,7 *Мгц* — в диапазоне 3,5 *Мгц*; 27,5 — 30 *Мгц* — в диапазоне 28 *Мгц*; 143,6 — 146,3 *Мгц* — в диапазоне 144 *Мгц*. Чувствительность в режиме приема телефонных сигналов, измеренная с эмиттера транзистора усилителя ВЧ при отношении сигнала к шуму, равному трем, частоте модуляции 1 *кгц* (глубина модуляции — 90%) и напряжении на нагрузке с сопротивлением постоянному току 130 *ом* (головных телефонах ТА-56), равном 250 *мв*, составляет величину: в диапазоне 3,5 *Мгц* 1 *мкв*; в диапазоне 28 *Мгц* 1,5 *мкв*; в диапазоне 144 *Мгц* 2 *мкв*. Избирательность по соседнему каналу в диапазонах 28 и 144 *Мгц* при расстройке на ±20 *кгц* не хуже 15 *дб*; в диапазоне 3,5 *Мгц* при расстройке на ±10 *кгц* — не хуже 25 *дб*. Максимальный уход частоты основного гетеродина при изменении питающего напряжения на ±10% составляет: в диапазоне 3,5 *Мгц* ±5 *кгц*; в диапазоне 28 *Мгц* ±20 *кгц*; в диапазоне 144 *Мгц* ±30 *кгц*. Глубина регулировки усиления в диапазоне 3,5 *Мгц* — не менее 100 *дб*, в диапазоне 28 *Мгц* — не менее 90 *дб* и в диапазоне 144 *Мгц* — не менее 80 *дб*. Диапазон частот сигналов, принимаемых встроенным в приемник радиокомпасом, 150—450 *кгц*, чувствительность радиокомпаса — не хуже 2 *мкв*.

Приемник питается от малогабаритной аккумуляторной батареи 7Д-0,1. Максимальный ток, потребляемый от источника питания, равен 15 *ма*.

Блок-схема трехдиапазонного приемника для «охоты на лис» показана на рис. 4-12. Сигнал из антенны *Ан* поступает на вход *УВЧ*, усиливается им и подается на смеситель *См*. Сюда же поступает напряжение основного гетеродина $Г_1$. В результате смешения частот принимаемого сигнала и сигнала гетеродина на выходе смесителя появляется сигнал разностной промежуточной частоты, кото-

рый выделяется из спектра частот преобразования с помощью фильтра сосредоточенной селекции.

Сигнал промежуточной частоты далее подвергается усилению трехкаскадным *УПЧ* и после этого подается на амплитудный детектор *АД*, в котором выделяется низкочастотная огибающая амплитудно-модулированного сигнала. Полученный таким образом низкочастотный сигнал усиливается двухкаскадным *УНЧ*, нагруженным на головные телефоны *Тлф*. В УВЧ и УПЧ предусмотрена глубокая регулировка усиления, осуществляемая регулировкой подаваемого на эмиттеры транзисторов напряжения питания.

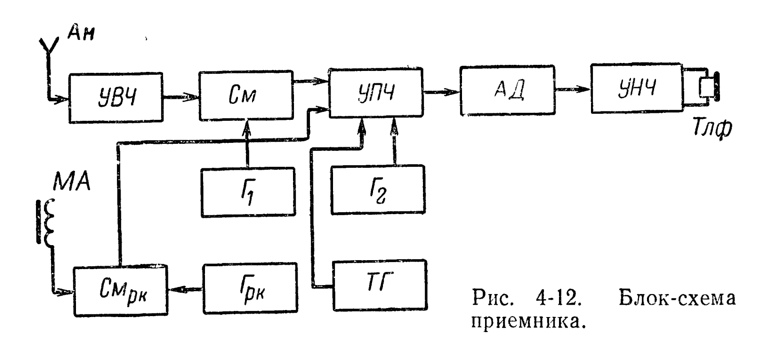


Рис. 4-12. Блок-схема приемника.

Для приема сигналов «лис», работающих телеграфом, в приемнике применены тон-генератор *ТГ* и второй гетеродин $Г_2$.

Для облегчения ориентировки спортсмена в паузах работы «лис» приемник оснащен радиокомпасом, который может быть настроен на частоту местной радиостанции, работающей в средневолновом диапазоне. Сигнал, принятый магнитной антенной *МА* радиокомпаса и сигнал отдельного гетеродина $Г_{рк}$ смешивается в смесителе радиокомпаса $См_{рк}$. Полученный на его выходе сигнал промежуточной частоты подается на вход первого каскада УПЧ и в дальнейшем усиливается и преобразуется теми же каскадами приемника, что и сигнал «лисы».

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 4-13. Для преобразования на входе приемника энергии высокочастотного поля, излучаемого передатчиком, в энергию тока высокой частоты в диапазонах 3,5 и 28 *Мгц* используется комбинация рамочной и штыревой антенн, в диапазоне 144 *Мгц* — антенна типа «волновой канал».

В диапазоне 3,5 *Мгц* на вход приемника включается рамочная антенна L_{18} (через виток связи L_{19} и конденсатор C_{37}). Вместе с емкостью конденсаторов C_{35}, C_{36} индуктивность антенны образует колебательный контур, который с помощью конденсатора C_{35} настраивают на середину диапазона.

Для получения диаграммы направленности в виде кардиоиды сигнал со штыревой антенны поступает на вход приемника через дроссель $Др_1$ и резистор R_{20}, которые позволяют получить сигнал, одинаковый по фазе и амплитуде с сигналом, снимаемым с рамочной антенны. Кардиоидная же диаграмма необходима для того, чтобы направление на «лису» можно было определить однозначно. Известно, что диаграмма направленности рамочной антенны имеет

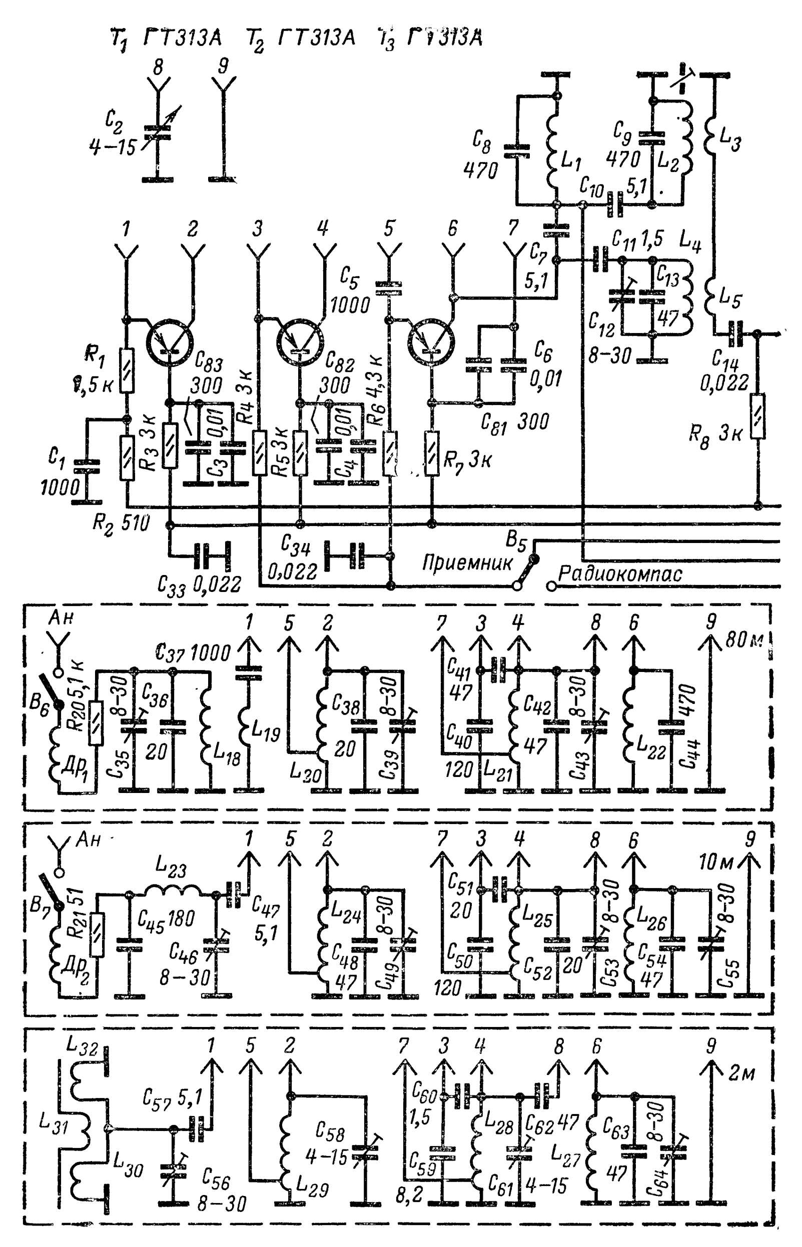
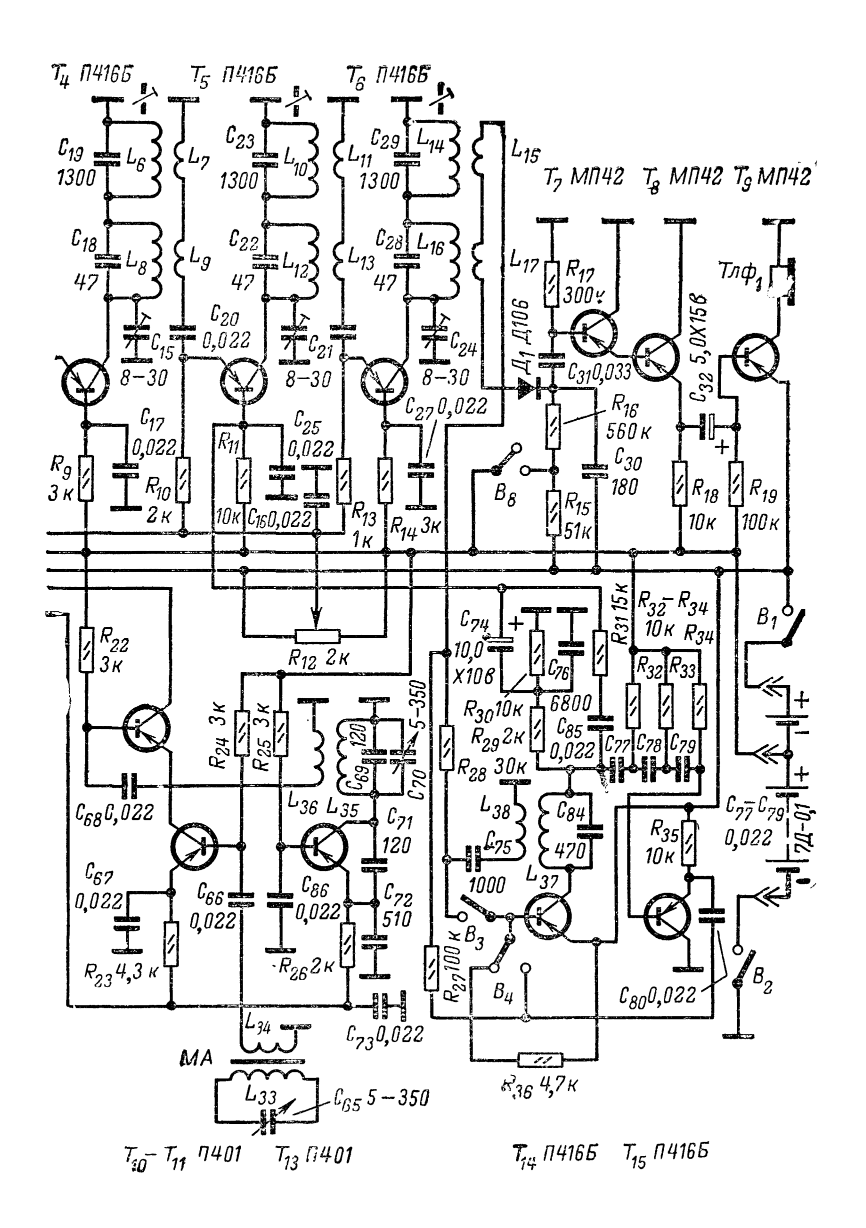


Рис. 4 13. Принципиальная схема приемника.



T_4 П416Б
T_5 П416Б
T_6 П416Б
T_7 МП42
T_8 МП42
T_9 МП42
C_{19} 1300
C_{18} 47
C_{23} 1300
C_{22} 47
C_{29} 1300
C_{28} 47
C_{15} 8–30
C_{20} 0,022
C_{21} 8–30
C_{24} 8–30
C_{17} 0,022
C_{25} 0,022
C_{27} 0,022
C_{16} 0,022
R_9 3 к
R_{10} 2 к
R_{11} 10к
R_{13} 1к
R_{14} 3к
R_{17} 300к
$Д_1$ Д106
C_{31} 0,033
C_{32} 5,0X15В
R_{16} 560 к
C_{30} 180
R_{15} 51к
R_{18} 10к
R_{19} 100к
$Тлф_1$
B_8
B_1
B_2
B_3
B_4
R_{12} 2к
R_{22} 3к
C_{74} 10,0 X10В
C_{76} 6800
R_{30} 10к
R_{29} 2к
R_{31} 15 к
C_{85} 0,022
R_{32}–R_{34} 10 к
R_{32} R_{33} R_{34}
C_{77} C_{78} C_{79}
R_{24} 3к
R_{25} 3к
L_{36} L_{35}
C_{69} 120
C_{70} 5–350
C_{68} 0,022
C_{71} 120
C_{72} 510
C_{67} 0,022
C_{66} 0,022
C_{86} 0,022
R_{23} 4,3 к
R_{26} 2к
C_{73} 0,022
R_{28} 30к
L_{38}
C_{75} 1000
C_{84} 470
L_{37}
R_{27} 100 к
R_{35} 10к
C_{80} 0,022
C_{77}–C_{79} 0,022
7Д-01
R_{36} 4,7 к
L_{34}
МА
L_{33}
C_{65} 5–350
T_{10}–T_{11} П401
T_{13} П401
T_{14} П416Б
T_{15} П416Б

вид «восьмерки» с двумя максимумами и двумя минимумами, поэтому в случае применения только рамочной антенны направление на лису определить невозможно. Если же «сложить» диаграмму направленности рамочной антенны с круговой диаграммой направленности штыревой антенны, то в случае совпадения сигналов этих антенн по фазе и амплитуде будет получена диаграмма в виде кардиоиды, имеющей один максимум и один минимум.

В диапазоне 28 *Мгц* на вход приемника подключается рамочная антенна L_{23} вместе с конденсаторами C_{45}—C_{47} и штыревая антенна — через дроссель $Др_2$ и резистор R_{21} (их назначение аналогично назначению дросселя $Др_1$ и резистора R_{20} в диапазоне 3,5 *Мгц*). С помощью подстроечного конденсатора C_{46} контур $L_{23}C_{45}C_{46}$ также настраивают на середину диапазона.

В диапазоне 144 *Мгц* антенна типа «волновой канал» подключается к входу приемника через катушку связи L_{31}. Входной контур в этом диапазоне образован симметричными катушками L_{30} и L_{32} и подстроечным конденсатором C_{56}, с помощью которого контур настраивают на середину диапазона. Сигнал с контура $L_{30}L_{32}C_{56}$ подается на вход УВЧ через конденсатор C_{57}.

Усилитель ВЧ собран на транзисторе T_1 по схеме с общей базой. Нагрузкой УВЧ служит контур $L_{20}C_{38}C_{39}$ — в диапазоне 3,5 *Мгц*, $L_{24}C_{48}C_{49}$ — в диапазоне 28 *Мгц* или $L_{29}C_{58}$ — в диапазоне 144 *Мгц*. С помощью подстроечных конденсаторов C_{39}, C_{49} или C_{58} эти контуры настраивают на середины соответствующих диапазонов. В приемнике не предусмотрена перестройка контуров УВЧ по диапазону, при этом ширина его полосы пропускания на уровне 3 *дб* оказывается равной: 200 *кгц* в диапазоне 3,5 *Мгц*, 1 *Мгц* в диапазоне 28 *Мгц*, 2 *Мгц* в диапазоне 144 *Мгц*, что соответствует выделенной для радиолюбителей в этих диапазонах ширине полосы.

Напряжение питания подается на эмиттер транзистора T_1 через развязывающий фильтр R_2, C_1. Через резистор R_3 на базу транзистора T_1 поступает напряжение смещения. Конденсаторы C_3 и C_{83} — блокировочные; параллельное включение двух конденсаторов применено для устранения влияния паразитной индуктивности конденсатора C_3.

Смеситель приемника выполнен на транзисторе T_3. Принимаемый сигнал, усиленный УВЧ, подается на его эмиттер через конденсатор C_5. На базу транзистора T_3 через конденсаторы C_6 и C_{81} поступает сигнал гетеродина. Нагрузкой смесителя являются фильтры сосредоточенной селекции: L_1C_8, L_2C_9, $L_{22}C_{44}$ — в диапазоне 3,5 *Мгц*; $L_4C_{12}C_{13}$, $L_{26}C_{54}C_{55}$ — в диапазоне 28 *Мгц*; $L_4C_{12}C_{13}$, $L_{27}C_{63}C_{64}$ — в диапазоне 144 *Мгц*. Резисторы R_6 и R_7 используются для установления режима работы транзистора по постоянному току. Конденсатор C_{81} выполняет функцию, аналогичную функции конденсатора C_{83}.

Основной гетеродин приемника собран на транзисторе T_2, включенном по схеме с общей базой. В качестве контура гетеродина в диапазоне 3,5 *Мгц* используется контур $L_{21}C_{42}C_{43}$, в диапазоне 28 *Мгц* — контур $L_{25}C_{52}C_{53}$, в диапазоне 144 *Мгц* — контур $L_{28}C_{61}$. Напряжение обратной связи подается в цепь эмиттера через конденсатор C_{41}, C_{51} или C_{60}. Сигнал, подаваемый на смеситель, снимается с части витков катушек контуров. Настраивается приемник на частоту принимаемого сигнала с помощью конденсатора переменной емкости C_2.

Трехкаскадный УПЧ выполнен на транзисторах T_4 — T_6, включенных по схеме с общей базой. В качестве нагрузки каскадов применены пары последовательно включенных контуров, настроенных

на частоты 465 *кгц* и 6,5 *Мгц*. Резонансные сопротивления этих контуров выбраны таким образом, что взаимное их влияние минимально. УПЧ осуществляет основное усиление в приемнике. Его чувствительность, измеренная с эмиттера транзистора T_4, составляет 2—3 *мкв* на частоте 465 *кгц* и 1—2 *мкв* на частоте 6,5 *Мгц*.

Особенностью детектора, выполненного на кремниевом диоде $Д_1$, является то, что он может работать в двух режимах. В режиме линейного детектирования на диод в прямом направлении подается напряжение смещения, равное напряжению отсечки вольт-амперной характеристики (около 1,25 *в*). В режиме нелинейного детектирования это напряжение снимается с диода (переключателем B_8). В этом случае облегчается ближний поиск, а также увеличивается глубина регулировки усиления.

Усилитель НЧ — двухкаскадный, собран на транзисторах T_7—T_9. В первом каскаде применен составной транзистор T_7, T_8, имеющий более высокое по сравнению с обычным каскадом входное сопротивление.

Тональный генератор и телеграфный гетеродин собраны на транзисторах T_{14} и T_{15}. Переключаются эти генераторы переключателями B_3 и B_4.

Гетеродин радиокомпаса выполнен на транзисторе T_{15}, который включен по схеме с общей базой. Конденсатор C_{71} служит для подачи в цепь эмиттера транзистора T_{13} напряжения положительной обратной связи. Резистор R_{26} обеспечивает получение необходимого режима работы по постоянному току.

Смеситель радиокомпаса выполнен на транзисторах T_{10} и T_{11}, работающих в каскодном включении. Выбранная схема включения обеспечивает получение хорошей развязки входа и выхода смесителя. Это необходимо, поскольку ввиду близости частоты диапазона средних волн, в котором ведется прием сигналов широковещательных станций, и промежуточной частоты данный каскад склонен к самовозбуждению.

Как приемник, так и сменные головки смонтированы в корпусах, фрезерованных из дюралюминия. Конструкции корпусов поясняются рис. 4-14—4-18.

Габариты корпуса приемника 331×45×26 *мм*, корпусов сменных головок 94×45×21 *мм*. Корпуса закрываются крышками из дюралюминия марки АМЦ. Толщина крышек 1 *мм*.

Головки крепятся к корпусу приемника с помощью двух колонок, имеющих внутреннюю резьбу (рис. 4-19). Для увеличения жесткости на корпусе головок имеются два выступа, входящие в пазы приемника.

Для предохранения от попадания влаги на корпусе приемника имеется паз, в который вклеена резиновая прокладка. Для электрического соединения использованы штыри и гнезда от штепсельного разъема.

Монтажные платы выполнены из фольгированного стеклотекстолита. Монтаж односторонний; со стороны печати располагаются только подстроечные конденсаторы (рис. 4-20—4-23).

В приемнике применены малогабаритные детали: конденсаторы КЛС, К50-6, КПКМ, резисторы УЛМ-0,12 и МЛТ-0,25. В качестве переменного конденсатора настройки C_2 использован конденсатор типа 1КПВМ-3. Включается приемник подачей минуса питания на землю при вставленном разъеме телефонов. Переключатели режимов работы — типа К-5. Катушки намотаны на сердечниках СБ-12а

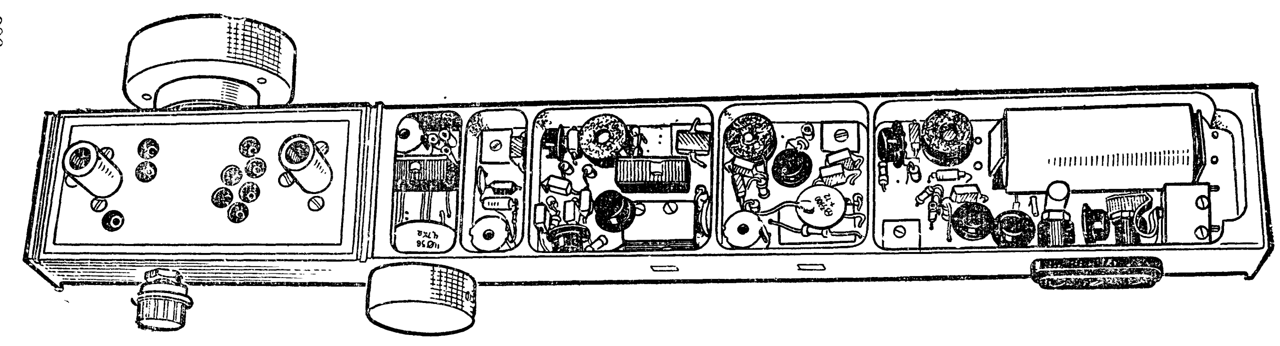


Рис. 4-14. Внешний вид приемника со стороны расположения деталей (верхняя крышка снята).

Рис. 4-15 Внешний вид приемника со стороны монтажа (нижняя крышка снята).

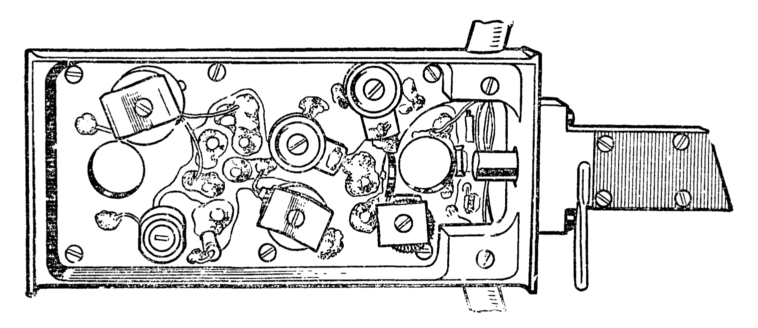


Рис. 4-16 Расположение деталей в сменной головке на 3,5 *Мгц*.

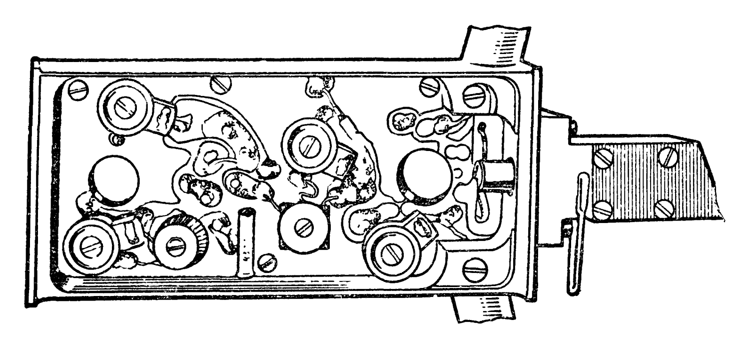


Рис. 4-17 Расположение деталей в сменной головке на 28 *Мгц*.

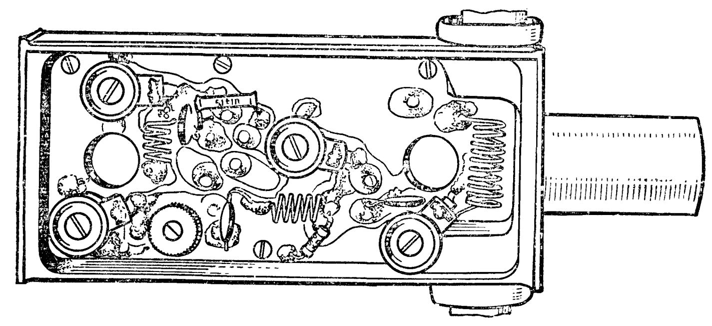


Рис. 4-18. Расположение деталей в сменной головке на 144 *Мгц*.

Таблица 4-6

Обозначение по схеме	Количество витков	Тип намотки	Провод	Каркас
L_1	3×33	Внавал	ЛЭ 5×0,05	СБ-9а
L_2	3×33	»	ЛЭ 5×0,05	СБ-9а
L_3	2	Рядовая	ПЭ 0,14	На L_2
L_4	60	»	ПЭЛШО 0,12	Кольцо от СБ-23-11а
L_5	2	»	ПЭ 0,14	На L_4
L_6	21+ +21+22	Внавал	ПЭ 0,13	СБ-12а
L_7	2	Рядовая	ПЭ 0,14	На L_6
L_8	55	»	ПЭЛШО 0,12	Кольцо от СБ-23-11а
L_9	2	»	ПЭ 0,14	На L_8
L_{10}	21+ +21+22	Внавал	ПЭ 0,13	СБ-12а
L_{11}	2	Рядовая	ПЭ 0,14	На L_{10}
L_{12}	55	»	ПЭЛШО 0,12	Кольцо от СБ-23-11а
L_{13}	2	»	ПЭ 0,14	На L_{12}
L_{14}	3×32	Внавал	ПЭ 0,13	СБ-12а
L_{15}	3×5	Рядовая	ПЭЛШО 0,12	На L_{14}
L_{16}	57	»	ПЭ 0,13	Кольцо от СБ-23-11а
L_{17}	57	В два провода с L_{16}	ПЭЛШО 0,12	На L_{16}
L_{18}	6	Внавал	ЛЭШО 7×0,07	Рамочная антенна 80 *м*
L_{19}	1	Внавал	МГШВ 0,7	То же, что L_{18}
L_{20}	3×15	»	ПЭ 0,20	СБ-12а
L_{21}	3×10	»	ПЭ 0,20	СБ-12а
L_{22}	3×33	»	ЛЭ 5×0,05	
L_{23}	1	»	Посеребренный 1,0	Рамочная антенна 10 *м*
L_{24}	12, отвод от 2	Рядовая	ПЭ 0,41	Кольцо от СБ-23-11а
L_{25}	15, отвод от 0,5	$d_{нар} = 7$ *мм*, шаг 1 *мм*	Посеребренный 0,8	Бескаркасная
L_{26}	57	Рядовая	ПЭЛШО 0,12	Кольцо от СБ-23-11а
L_{27}	57	»	ПЭЛШО 0,12	То же
L_{28}	4, отвод от 0,5	$d_{нар} = 7$ *мм*, шаг 2 *мм*	Посеребренный 0,8	Бескаркасная
L_{29}	5, отвод от 0,3	То же	»	»
L_{30}	5	»	»	»
L_{31}	5	»	»	»
L_{32}	2	»	»	»

Обозначение по схеме	Количество витков	Тип намотки	Провод	Каркас
L_{33}	10×30	Внавал	ПЭЛШО 0,12	Ферритовый стержень 600НН, ∅=8 *мм*
L_{34}	3×15	»	ПЭ 0,2	На L_{33}
L_{35}	3×25	»	ПЭЛШО 0,12	СБ-12а
L_{36}	2	»	ПЭ 0,2	СБ-12а
L_{37}	3×33	»	ПЭ 0,13	СБ-9а
L_{38}	7	»	ПЭ 0,14	СБ-9а
$Др_1$	3×7	»	ПЭ 0,14	СБ-12а
$Др_2$	20	»	ПЭЛШО 0,12	Кольцо от СБ-23-11а

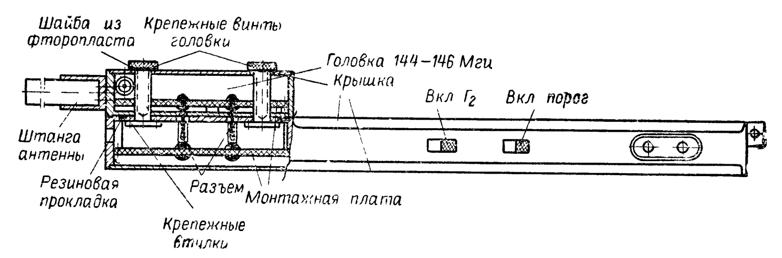


Рис. 4-19. Соединение сменной головки с приемником.

и кольцах, изготовленных из сердечников СБ-23-11а по способу, описанному в журнале «Радио», 1967, № 4, с. 20. Намоточные данные катушек приведены в табл. 4-6.

Электрические экраны рамочных антенн изготовлены из дюралюминиевой трубки диаметром 12 *мм* для диапазона 28 *Мгц* и 8 *мм* для диапазона 3,5 *Мгц*. Диаметр рамки для диапазона 28 *Мгц* 280 *мм*, для диапазона 3,5 *Мгц* 220 *мм*. В качестве штыревой антенны использована стальная профилированная лента (от рулетки).

Антенна для диапазона 144 *Мгц* показана на рис. 4-24. Рефлектор укреплен непосредственно на корпусе приемника, активный элемент — на корпусе головки, директоры — на штанге, выполненной из прессшпановой трубки с наружным диаметром 16 *мм*. Конструкция антенны для диапазонов 3,5 и 28 *Мгц* поясняется рис. 4-25.

Антенна радиокомпаса и переменный конденсатор C_{65} заключены в круглую дюралюминиевую коробку с пластмассовой крышкой и укреплены на вращающемся разъеме в передней части корпуса приемника.

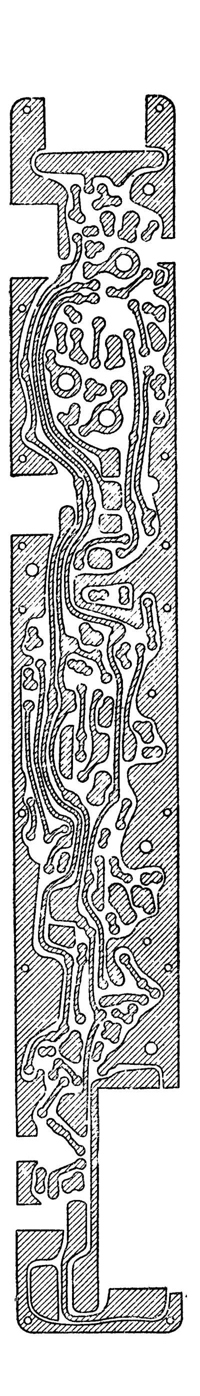


Рис 4-20. Печатная плата приемника.

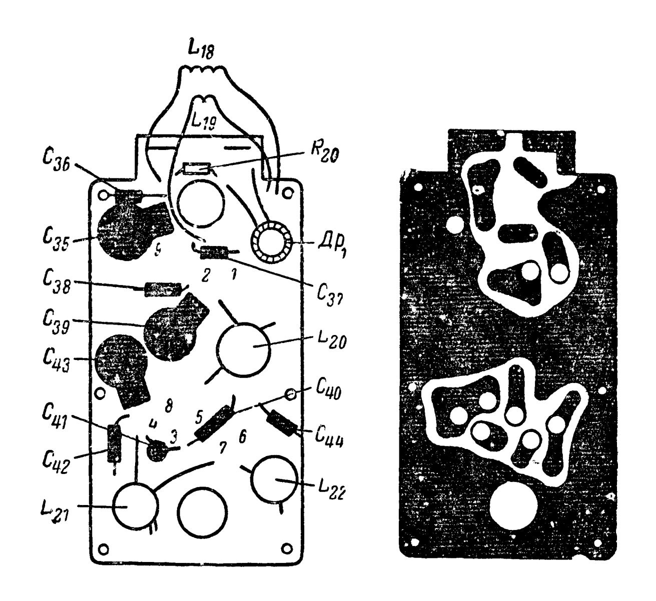


Рис 4-21. Печатная плата сменной головки на 3,5 *Мгц*.

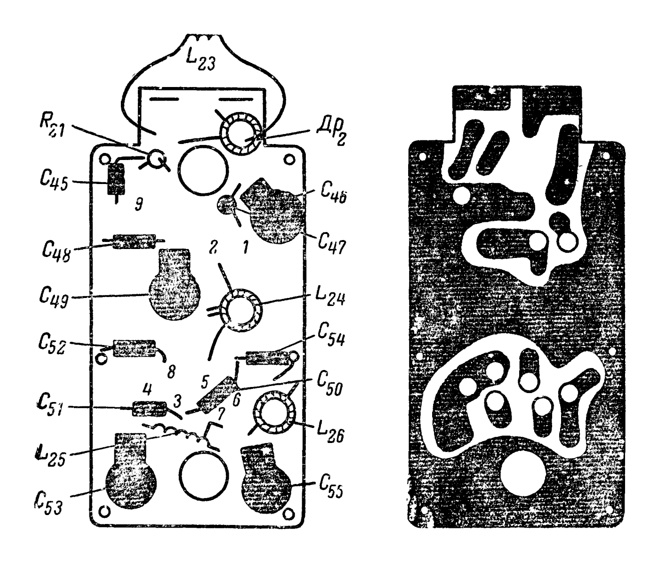


Рис. 4-22. Печатная плата сменной головки на 28 *Мгц*.

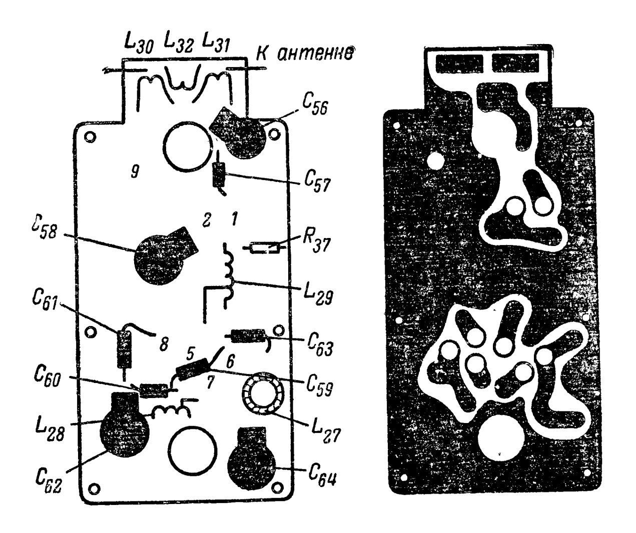


Рис. 4-23. Печатная плата сменной головки на 144 *Мгц*.

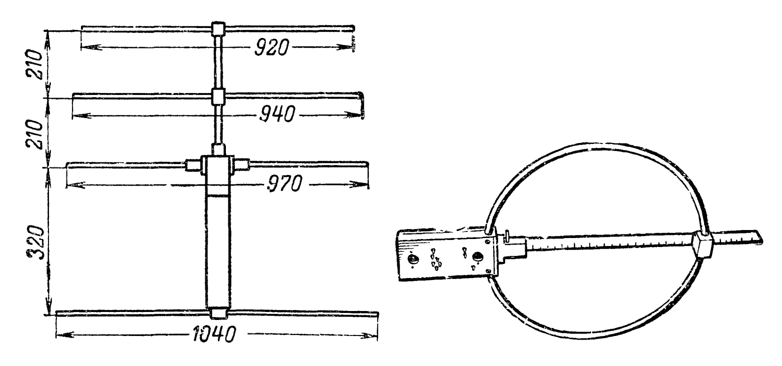


Рис. 4-24. Антенна для диапазона 144 *Мгц*.

Рис. 4-25 Антенна для диапазонов 3,5 и 28 *Мгц*.

Налаживание приемника не имеет особенностей и не представит затруднений для радиолюбителя, имеющего практический опыт в изготовлении и налаживании приемников и других конструкций на транзисторах.

Многодиапазонная вертикальная антенна

Одной из проблем, с которыми приходится сталкиваться радиолюбителю-коротковолновику, является выбор антенны для приемно-передающей радиостанции. Дело в том, что обычные антенны,

выполненные из относительно тонкого провода, узкополосны и поэтому могут работать только в пределах одного любительского КВ диапазона. В то же время для участия в соревнованиях, выполнения условий дипломов да и просто для того, чтобы иметь возможность выбирать диапазон, на котором в данный момент имеются соответствующие условия прохождения радиоволн, коротковолновик должен располагать антеннами, работающими на нескольких диапазонах. Применять же на каждом из диапазонов отдельную антенну в большинстве случаев не представляется возможным из-за отсутствия на крыше дома достаточного свободного места для размещения нескольких антенн, необходимости дополнительного расхода материалов (особенно дорогостоящего коаксиального кабеля), неудобства коммутации при выходной мощности передатчика, измеряемой десятками ватт, взаимного влияния антенн друг на друга, искажающего диаграммы направленности и снижающего эффективность их работы. Правда, в радиолюбительской практике находят применение различные конструкции многодиапазонных антенн, основанных на резонансных свойствах включаемых в них LC-контуров или отрезков линий, либо использующих различные механические коммутирующие устройства. Однако такие антенны сложны в изготовлении и особенно настройке, подвержены влиянию климатических условий, вследствие чего недостаточно надежны. Характеристики таких антенн обычно не оптимальны, поскольку добиться одинаково эффективной их работы на нескольких диапазонах, как правило, не удается, так что приходится довольствоваться какими-то средними, компромиссными характеристиками.

Другой важной особенностью работы коротковолновиков является стремление устанавливать радиосвязи на возможно большие расстояния, причем направление на корреспондента может оказаться любым в пределах 360°. Первое обстоятельство заставляет коротковолновиков выбирать антенны с малыми углами излучения к горизонту, как говорят, с «прижатыми» к Земле диаграммами направленности в вертикальной плоскости. Наилучшим решением, удовлетворяющим второму требованию, является применение вращающихся направленных антенн. Правда, изготовление довольно сложной направленной антенны под силу далеко не каждому радиолюбителю. Поэтому коротковолновики очень часто ограничиваются применением вертикальных антенн в виде четвертьволновых штырей с противовесами. Однако такие антенны, как уже говорилось ранее, узкополосны, а потому без применения специальных устройств однодиапазонны.

Весьма удачным выходом из положения является применение вертикальной «толстой» антенны, которая, как известно, более широкополосна, чем антенна из тонкого провода. В отдельных случаях коэффициент перекрытия по диапазону таких антенн может быть доведен до 3, что позволяет использовать одну антенну без каких-либо перестроек в двух-трех смежных любительских диапазонах, причем существенным достоинством широкополосной антенны является то, что она практически не требует настройки, которая обычно представляет в любительских условиях известное затруднение.

Как и все вертикальные антенны, «толстая» антенна имеет пологий угол излучения в вертикальной плоскости, который зависит от относительной длины антенны (по отношению к длине волны λ) — рис. 4-26.

Излучающая поверхность «толстых» антенн может иметь раз-

нообразные формы, например коническую (рис. 4-27, *а*) или экспоненциальную (рис. 4-27, *б*).

Волновое сопротивление $Z_в$ конической антенны (в воздухе) постоянно вдоль ее длины и зависит только от угла α при вершине конуса. Оптимальная величина этого угла, при которой широкополосные свойства антенны максимальны, лежит в пределах 60—70°. В этом случае входное сопротивление антенны составляет примерно 70—80 *ом*, что удобно для согласования ее с наиболее распространенным кабелем с волновым сопротивлением, равным 75 *ом*. Недостатком конической антенны является относительно большой диаметр основания конуса, что в ряде случаев может существенно затруднить ее конструктивное выполнение.

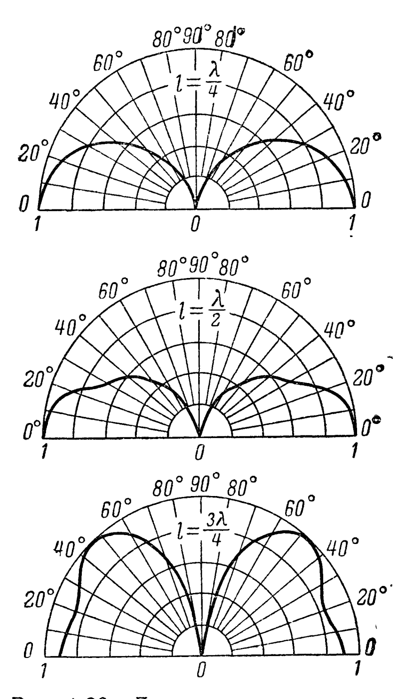


Рис. 4-26. Диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости при разных отношениях l/λ.

От этого недостатка свободна экспоненциальная антенна, которая обладает аналогичными с конусной антенной широкополосными свойствами. Характерной особенностью экспоненциальной антенны является изменение ее волнового сопротивления вдоль длины антенны, что в некоторых случаях может потребовать применения специальных согласующих устройств. Однако ее конструктивное преимущество — меньший (примерно в 3 раза по сравнению с конусной антенной) диаметр определило выбор этой антенны для своей радиостанции куйбышевским коротковолновиком Ю. П. Матийченко (UW4HW).

Схематически конструкция антенны UW4HW показана на рис. 4-28. Свойства экспоненцчальной антенны практически не из-

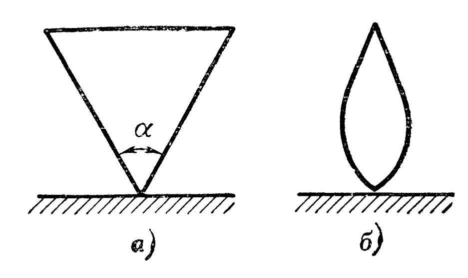


Рис. 4-27. Сечение «толстой» антенны (вид сбоку).

а — конической; *б* — экспоненциальной.

меняются, если сплошную излучающую поверхность заменить рядом отдельных проводников, а плавную огибающую-экспоненту — приближающейся к ней ломаной линией. Именно так и поступил Ю. П. Матийченко. Его антенна, предназначенная для работы на 28, 21

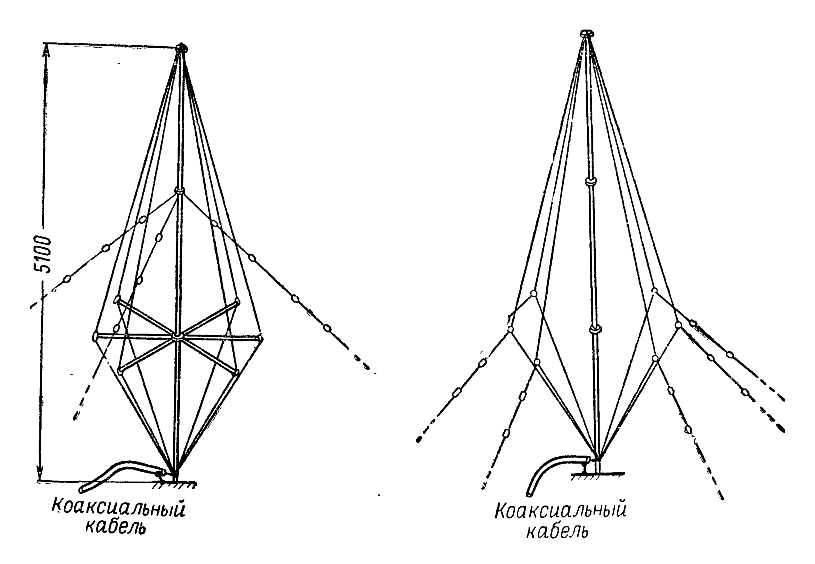


Рис. 4-28. Многодиапазонная вертикальная антенна, выполненная с помощью распорок.

Рис. 4-29. Многодиапазонная вертикальная антенна, выполненная с помощью оттяжек.

и 14 *Мгц*, образована шестью вертикальными проводами длиной по 5,6 *м* каждый, изогнутыми с помощью распорок. В горизонтальной плоскости провода располагаются по окружности на равном расстоянии друг от друга (через 60°). У основания и у вершины антенны провода собраны вместе и тщательно пропаяны для обеспечения надежного электрического контакта между ними.

Провода с помощью изоляторов укреплены на несущей мачте. Последняя составлена из трех отрезков металлических труб, разделенных изолирующими вставками. Отрезки труб имеют одинаковую длину (по 1,7 *м*). Возможно также применение цельной мачты из электроизоляционного материала, например в виде деревянного шеста.

На уровне нижней изолирующей вставки (т. е. одной трети высоты мачты) укреплены шесть распорок, материал которых может быть любым. В случае применения металлических распорок провода следует укрепить на них с помощью изоляторов.

Мачта антенны удерживается в вертикальном положении с помощью трех оттяжек, укрепленных на уровне $^2/_3$ ее высоты (для крепления оттяжек можно использовать верхнюю изолирующую вставку). В целях исключения влияния оттяжек на работу антенны они (в случае выполнения из металлической проволоки) должны

быть разбиты изоляторами на отрезки длиной не более 1,5 *м* каждый.

Питается антенна с помощью фидера, выполненного из коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 *ом*. Никаких дополнительных согласующих устройств автор конструкции не применял. Центральная жила кабеля соединена со спаянными вместе в нижней точке антенны проводами, экранирующая оплетка кабеля надежно заземлена.

В случае установки антенны на крыше роль заземления может выполнять сама металлическая крыша. Особенно хорошие результаты получаются при установке антенны на крыше из оцинкованного железа. При установке на крыше из крашеного железа за счет худшего электрического контакта между отдельными листами могут быть получены менее удовлетворительные результаты. В этом случае, а также при наличии неметаллической (например, шиферной) крыши следует выполнить «искусственную землю» в виде шести противовесов, имеющих одинаковую длину с проводами антенны. При этом каждый из противовесов должен располагаться в одной вертикальной плоскости с соответствующим ему проводом антенны.

Провода антенны и противовесы можно выполнить из медного провода диаметром 1,5—2 *мм*.

По заявлению автора конструкции антенна показала неплохие результаты в ходе эксплуатации на любительской радиостанции UW4HW, превосходящие результаты, полученные с обычной вертикальной четвертьволновой антенной. В диапазоне частот от 14,0 до 29,7 *Мгц* практически получены значения КСВ от 1,2 до 1,9 соответственно, что может считаться вполне удовлетворительным для антенны, работающей в столь широком диапазоне частот.

После опубликования описания антенны в журнале «Радио» ее конструкцию повторили многие советские и зарубежные коротковолновики. Все они неизменно давали положительную оценку работы антенны.

Ю. Матийченко указывает, что возможно и другое конструктивное выполнение антенны, без применения распорок. В этом случае необходимая форма антенны, близкая к экспоненциальной, может быть обеспечена с помощью оттяжек, прикрепленных к проводам в точках перегиба (рис. 4-29). Если мачта антенны имеет достаточную жесткость, можно обойтись без дополнительных растяжек.

В случае необходимости подобная антенна может быть выполнена и для других диапазонов. При расчете следует выбирать длину проводов антенны в пределах (0,24—0,28) $\lambda_{макс}$. Угол у основания должен составлять 60—70°.

Трехдиапазонная трехэлементная антенна

В предыдущей статье, в которой была описана простая и в то же время достаточно эффективная антенна, уже говорилось об основных особенностях работы коротковолновика в эфире, упоминалась и вращающаяся направленная антенна. Естественно, такая антенна гораздо более эффективна чем всенаправленная в горизонтальной плоскости вертикальная антенна. Следует добавить, что в условиях сильных взаимных помех, в которых постоянно приходится работать коротковолновику, добиться уверенной связи, используя не-

направленные антенны, бывает непросто даже при мощности передатчика 200 *вт* (максимальная мощность, разрешенная любительским радиостанциям первой категории). Поэтому в любом случае коротковолновики стремятся использовать направленные антенны, позволяющие излучать и принимать энергию только в направлении корреспондента. Направленная антенна, как известно, характеризуется таким параметром, как коэффициент усиления, показывающим, какой выигрыш она обеспечивает по сравнению с менее эффективной ненаправленной антенной (или полуволновым диполем).

Самыми распространенными направленными антеннами являются двойные и тройные «квадраты», а также антенны типа «волновой канал». Антенна типа «квадрат» конструктивно не сложна, сравнительно легко настраивается. Однако при работе на нескольких диапазонах усложняется питание активных рамок; если все рамки соединены параллельно, то не полностью реализуется усиление антенны; при подключении кабеля через реле многое зависит от надежности работы и сопротивления его контактов; питание каждой рамки индивидуальным кабелем тоже не всегда приемлемо. Как показал опыт, антенны типа «двойной квадрат» не обладают достаточной механической прочностью при воздействии сильных ветровых нагрузок.

Антенны типа «волновой канал» конструктивно просты и механически прочны, но, как правило, хорошо работают только в пределах одного любительского диапазона. Правда, известны конструкции таких антенн для работы на двух или трех любительских диапазонах (например, G4ZU и W3DZZ), но они недостаточно хорошо отработаны в конструктивном отношении. Видимо, поэтому советские коротковолновики практически их не применяют.

В данной статье приводится описание конструкции сравнительно несложной в изготовлении трехдиапазонной трехэлементной антенны типа «волновой канал» для работы на 14, 21 и 28 *Мгц*.

Автор конструкции — московский радиолюбитель коротковолновик В Н. Захаров (UA3FU) уделил немало внимания отработке конструкции антенны. Следует также подчеркнуть, что он испробовал несколько методик ее настройки и выбрал наиболее приемлемый для повторения в любительских условиях вариант.

При создании данной конструкции перед автором возникла проблема. о которой уже шла речь ранее, как обеспечить работу в нескольких любительских диапазонах? Не вызывает сомнение, что применение «толстой» антенны в данном случае невозможно. В. Захаров избирает другой путь, создав конструкцию антенны типа «волновой канал», в элементы которой включены резонансные LC-элементы, так называемые фильтры-пробки (рис. 4-30) Благодаря применению этих фильтров параметры антенны на каждом из трех диапазонов практически сравнимы с параметрами обычных однодиапазонных трехэлементных антенн типа «волновой канал».

В диапазоне 28 *Мгц* контуры L_1C_1, L_3C_3 и L_5C_5 как бы «отключают» внешние участки элементов антенн, поскольку их резонансные частоты подобраны так, что именно в этом диапазоне они работают как фильтры-пробки. При этом в качестве элементов антенны работают участки a_1, a_2 и a_3.

В диапазоне 21 *Мгц* роль фильтров-пробок играют уже контуры L_2C_2, L_4C_4 и L_6C_6. Они «отключают» внешние участки элементов антенны — e_1, e_2, e_3. В этом диапазоне в качестве элементов работают отрезки $a_1в_1$, $a_2в_2$ и $a_3в_3$ вместе с включенными в них реактивными

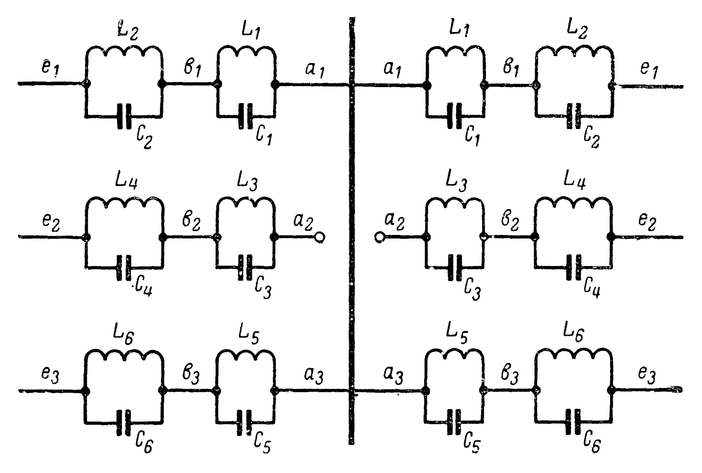


Рис. 4-30. Схема антенны.

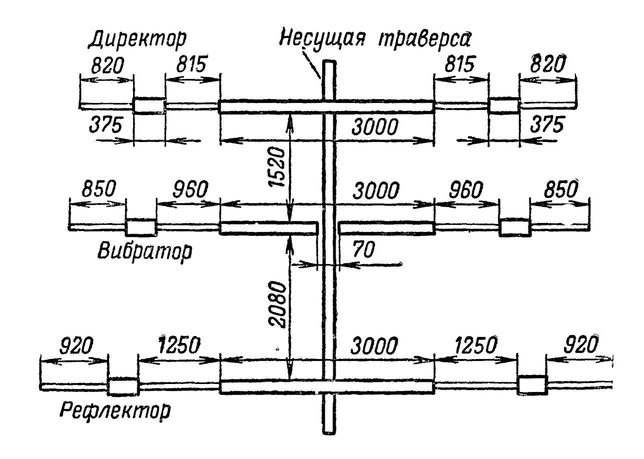


Рис. 4-31. Чертеж антенны.

сопротивлениями контуров L_1C_1, L_3C_3 и L_5C_5. Эти реактивные сопротивления электрически удлиняют соответствующие элементы антенны до необходимой длины.

Наконец, в диапазоне 14 *Мгц* работают все элементы, а реактивные сопротивления всех контуров электрически удлиняют их до необходимой длины.

Ввиду указанной особенности в диапазонах 14 и 21 *Мгц* антенна оказывается укороченной, что облегчает ее размещение в условиях ограниченности места. С другой стороны, это укорочение не-

сколько снижает ее эффективность, однако такое снижение не сказывается заметно на качестве ее работы, поскольку укорочение относительно невелико (около 70%).

Схематический чертеж антенны, на котором указаны все ее размеры, помещен на рис. 4-31, а ее конструкция поясняется рис. 4-32.

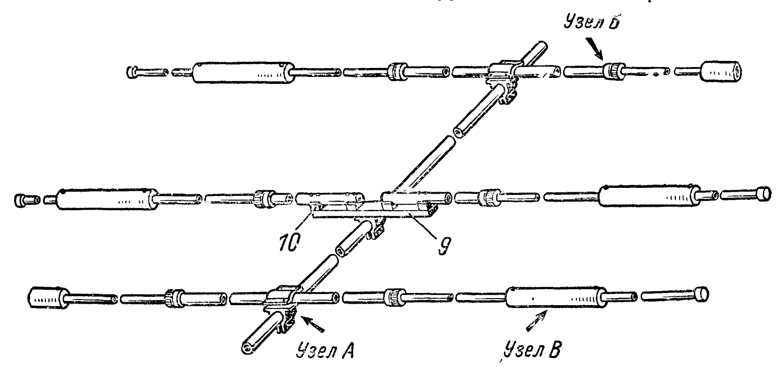
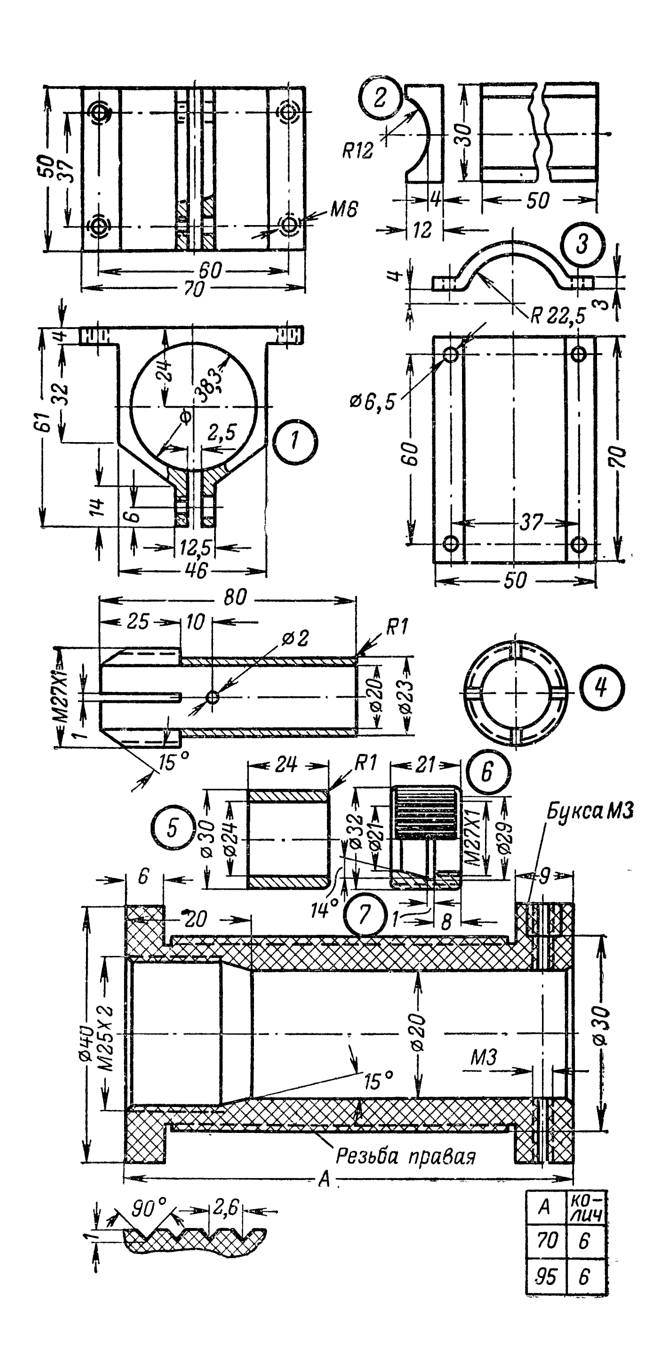


Рис. 4-32. Конструкция антенны.

Рис. 4-33. Чертежи узлов антенны.



A	кол-лич
70	6
95	6

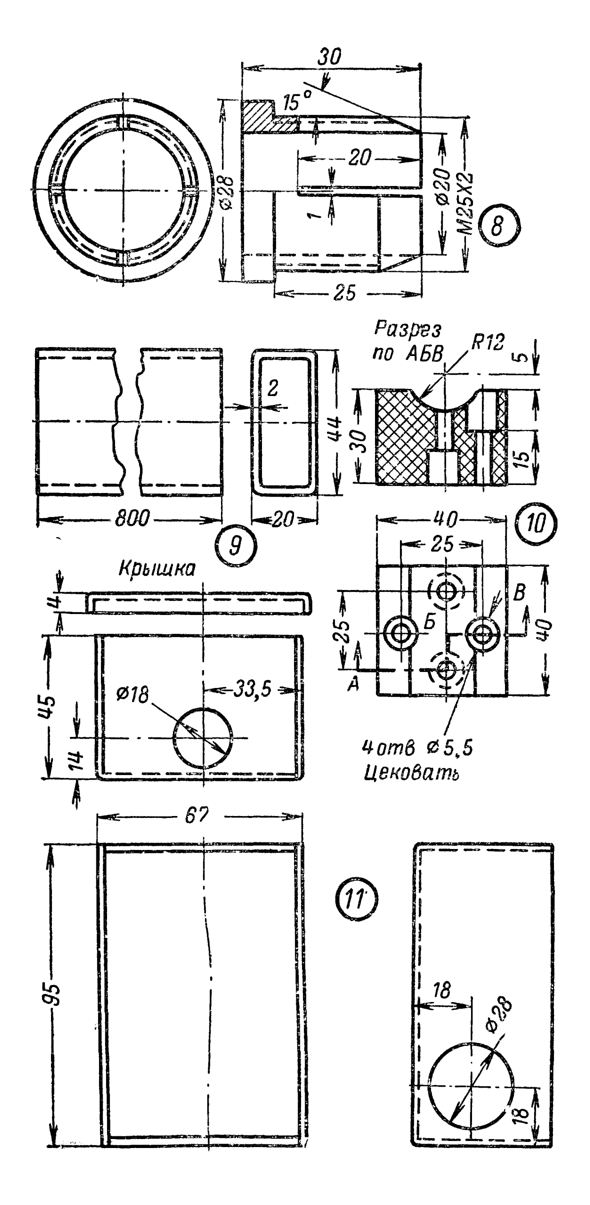


Рис. 4-34. Чертежи деталей антенны.

На этом и последующих рисунках применена сквозная нумерация деталей. Сборочные чертежи узлов антенны помещены на рис. 4-33, деталировочные чертежи — на рис. 4-34.

Как видно из рисунков, антенна содержит ряд повторяющихся деталей. Фильтры-пробки образуются благодаря особой конструкции узла *В* антенны. Каждый фильтр состоит из катушки индуктивности и конденсатора, в качестве обкладок которого используются трубки элементов антенны, вставленные одна в другую.

Антенна симметрична относительно продольной оси — элементы обеих половин совершенно идентичны. В связи с этим они имеют одинаковые обозначения и в дальнейшем под регулировкой, например, индуктивности катушки L_1 следует понимать регулировку индуктивности этих катушек в обеих половинах директора.

Для изготовления антенны автором использованы тонкостенные дюралюминиевые трубы марки Д-16Т. Несущая траверса изготовлена из трубы диаметром 38 *мм* с толщиной стенки 1,5 *мм*, элементы (вибратор, директор и рефлектор) — из труб диаметром 24 и 20 *мм* с толщиной стенки 0,5 *мм*.

Прочие детали антенны изготовлены из следующих материалов. Кронштейн *1* — из дюралюминия Д-16Т (2 шт.); вкладыш *2* — из дюралюминия Д-16Т (2 шт.); крышка прижимная *3* — из алюминия АМГ (2 шт.); цанга *4* — из латуни ЛС59-1 (6 шт.); втулка *5* — из дюралюминия Д-16Т (6 шт.); гайка *6* — из дюралюминия Д-16Т (6 шт.); каркас катушки *7* — из фторопласта (каждого типоразмера по 6 шт.); цанга *8* — из дюралюминия Д-16Т (12 шт.); балка *9* — из алюминия АМГ (1 шт.); опорный изолятор *10* — из фарфора или полистирола (4 шт.); корпус симметрирующего устройства — из алюминия АМГ (1 шт.).

К выбору материалов антенны, особенно металлов, которые должны обеспечивать друг с другом надежный электрический контакт, следует отнестись весьма серьезно. Дело в том, что под воздействием различных климатических факторов — влаги, воздуха, солнечных лучей, колебаний температуры, неизбежно будет происходить коррозия металлов и ухудшение электрических и механических свойств диэлектриков. Коррозия металлов может усилиться, если применить пары металлов, между которыми возникает заметная контактная разность потенциалов. В этом случае кроме коррозии из-за воздействия климатических факторов возникает и электрокоррозия. Например, если к вибратору, который изготовлен из алюминия, подсоединить медный провод, то такое соединение вызовет сильную коррозию, вследствие чего со временем нарушится электрический контакт. Поэтому контактный лепесток целесообразно выполнить из луженой или кадмированной меди. Соблюдение такого правила приведет к повышению надежности в работе антенны и увеличению ее долговечности.

Рекомендации по выбору контактирующих пар металлов, которые могут оказаться полезными, если радиолюбитель, повторяющий данную конструкцию, захочет применить другие металлы, а не те, которые использовал автор, приведены в табл. 4-7.

Для защиты от воздействия влаги все места электрических соединений желательно покрыть слоем какой-либо влагоустойчивой краски или лака, а симметрирующее устройство (о нем будет сказано позднее) поместить в коробку из металла или изоляционного материала. На нижней части каждой трубки узла фильтров (узел *В*)

Таблица 4-7

Наименование материала	Условные обозначения																	
Серебро, золото, платина	1	3	2	3	1	4	5	1	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Медь, латунь, бронза	3	1	1	2	1	5	5	2	3	2	3	3	3	4	5	5	5	5
Никелированная медь	2	1	1	2	2	5	5	1	2	1	3	3	4	4	3	4	3	5
Луженая медь	3	2	2	1	2	2	4	2	3	2	2	1	5	2	2	2	2	2
Посеребренная медь	1	1	1	2	1	5	5	1	2	2	3	2	5	5	5	5	5	5
Кадмированная медь	4	5	5	2	5	1	1	5	5	3	3	1	4	1	2	2	2	—
Оцинкованная и хромированная медь	5	5	5	4	5	1	1	5	5	4	5	3	5	2	2	2	2	2
Нержавеющая сталь	1	2	1	2	1	5	5	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5
Хромированная сталь	1	3	2	3	1	5	5	1	1	1	3	3	4	5	5	5	5	5
Никелированная сталь	3	2	1	2	2	3	4	1	1	1	2	2	4	3	3	3	4	5
Свинец	5	3	—	2	3	3	5	3	3	—	1	1	3	3	3	4	3	3
Олово (припой)	5	3	—	1	2	1	3	3	3	—	1	1	4	2	1	2	1	2
Сталь и ее сплавы	5	2	—	5	5	4	5	3	4	4	3	4	1	3	5	5	5	5
Кадмированная и хроматированная сталь	5	4	4	2	5	1	2	3	5	3	2	3	1	1	2	1	4	3
Оксидированный алюминий	5	5	3	2	5	2	2	5	5	3	3	1	5	1	1	1	1	3
Алюминий без защиты	5	5	4	2	5	2	2	2	2	3	4	2	5	2	1	1	2	—
Цинковые сплавы хромированные	5	5	3	2	5	2	2	5	5	4	3	1	5	1	1	2	1	2
Магниевые сплавы хромированные	5	5	5	2	5	4	2	5	5	5	3	2	5	4	3	4	2	1

Условные обозначения: *1* — коррозия не происходит; *2* — едва заметная коррозия; *3* — незначительная коррозия (можно применять во всех случаях за исключением непосредственной близости от моря); *4* — значительная коррозия; *5* — сильная коррозия (можно применять только в сухих помещениях).

следует сделать отверстия диаметром 1—1,5 *мм* для удаления образующейся при конденсации влаги.

Данные катушек приведены в табл. 4-8.

Таблица 4-8

Данные катушек	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
Индуктивность, *мкгн*	1,6	2,4	1,6	2,42	1,33	2,38
Число витков	16	24	17,5	26	14	24
Диаметр провода, *мм*	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Глубина погружения трубки в катушку	115	125	135	135	190	150
Резонансная частота контура, *Мгц*	29,2	21,9	28,4	21,2	27,6	20,4
Емкость конденсатора, *пф*	18,5	22	25	23	26	26

Концы антенны под действием собственного веса могут сильно прогибаться, поэтому следует растянуть их оттяжками из тонкого капронового шнура или лески.

Для удобства сборки и регулировки антенны элементы сделаны с применением телескопических зажимных цанг. После сборки и регулировки антенны цанги зажимают накидной гайкой, жестко фиксируя выбранное положение. Цанговые зажимы также применены для крепления и создания электрического контакта катушек фильтров с трубками элемента.

Трубки элементов необходимо укреплять на штанге, подложив снизу вкладыш с полукруглыми вырезами для избежания прогиба трубок в месте зажима. Для крепления узлов антенны целесообразно применять крепежные болты диаметром не меньше М6.

При сборке узла фильтров следует помнить о том, что на зажимах контуров при работе на передачу развиваются высокие напряжения, поэтому следует обратить внимание на наличие достаточных зазоров между выводами катушек и трубками. При расстояниях в зазоре менее 2,5 *мм* возможен электрический пробой и выход антенны из строя. После окончательной регулировки антенны витки катушек и особенно места выводов желательно закрепить полистироловым лаком.

Трубки активного элемента укрепляют на фарфоровых изоляторах, которые в свою очередь устанавливают на прямоугольной балке, изготовленной из алюминиевой полосы толщиной 2 *мм*, согнутой и сваренной в углах. Симметрирующее устройство располагают между концами трубок вибратора, после чего в трубки вводят контактные втулки и закрепляют винтами. Металлический корпус симметрирующего устройства соединяют с оплеткой кабеля и несколькими толстыми проводниками подключают к несущей траверсе.

Во избежание попадания воды внутрь фильтров на концы элементов антенны с обоих концов надевают предохранительные колпачки из фторопласта.

Как уже было упомянуто, питание антенны осуществляется с помощью симметрирующего устройства. Иногда любители в целях уп-

рощения конструкции применяют питание симметричной антенны несимметричным коаксиальным кабелем. Это приводит к тому, что на внешней оплетке кабеля появляются токи, которые искажают диаграмму направленности антенны Поэтому применение симметрирующих устройств, особенно для направленных вращающихся антенн, достоинством которых является именно хорошо сформированная диаграмма направленности в горизонтальной плоскости, весьма и весьма желательно.

Однако выполнение таких устройств, особенно широкополосных, для многодиапазонных антенн до последнего времени представляло известную трудность. С появлением новых ферритовых материалов,

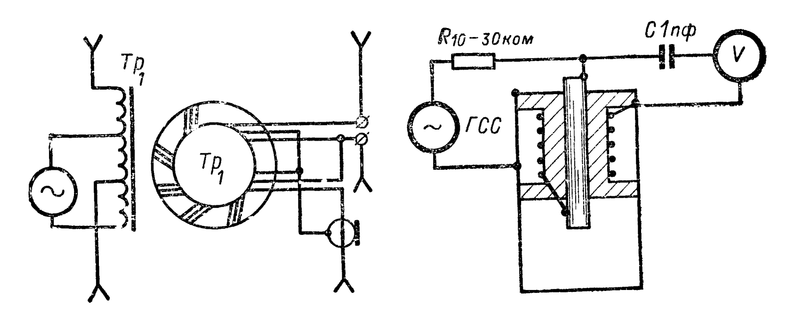


Рис. 4-35. Симметрирующее устройство.

Рис. 4-36 Схема, применяемая при предварительной настройке *LC*-контуров антенны.

обладающих малыми потерями на высоких частотах, стало возможным создание широкополосных симметрирующих устройств. Такие устройства на ферритовых сердечниках имеют малые размеры и широкую полосу пропускания. Сечение сердечника зависит от мощности передатчика, выбор типа материала сердечника определяется диапазоном волн. Вообще говоря, применяя различные комбинации соединений обмоток на тороидальном ферритовом сердечнике и варьируя количество витков, можно получить не только широкополосное симметрирующее, но и согласующее устройство.

Элементы описываемой антенны подобраны таким образом, что на всех диапазонах входное сопротивление примерно одинаково (75 *ом*). Поэтому при питании кабелем с волновым сопротивлением 75 *ом* согласования сопротивлений не требуется.

Схема и конструкция симметрирующего устройства приведены на рис. 4-35. Сердечником в устройстве служит ферритовое кольцо марки 20ВЧ с внешним диаметром 56, внутренним диаметром 34 и высотой 10 *мм*. При отсутствии такого кольца можно собрать сердечник из нескольких колец, накладываемых друг на друга с тем, чтобы суммарная площадь сечения сердечника была не меньшей (для радиостанции первой категории). Обмотка — в три провода, содержит восемь витков ПЭВ-2 1,2—1,4.

Во избежание повреждения изоляции провода перед намоткой на торцы кольца предварительно накладывают кольца из тонкого картона и обматывают сердечник фторопластовой лентой.

Настроить и определить параметры антенны можно как в режиме излучения, так и в режиме приема. При регулировке в режиме приема на возможно большем расстоянии располагают генераторы, излучающие колебания соответствующих частот. К антенне подключают приемник с линейной амплитудной характеристикой, к выходу которого подсоединяют милливольтметр переменного тока (например, типа В3-13). Антенны генераторов необходимо располагать таким образом, чтобы создавалась горизонтальная поляризация излучаемого сигнала.

Перед регулировкой антенны в собранном виде необходимо предварительно проверить частоты настройки фильтров, указанные в табл. 4-8. Эта, на первый взгляд, простая операция требует, однако, большого внимания при измерениях. Сигнал на собранный контур подают от ГСС через резистор R (рис. 4-36). Напряжение на контуре измеряют высокочастотным вольтметром, подключая его через конденсатор небольшой емкости.

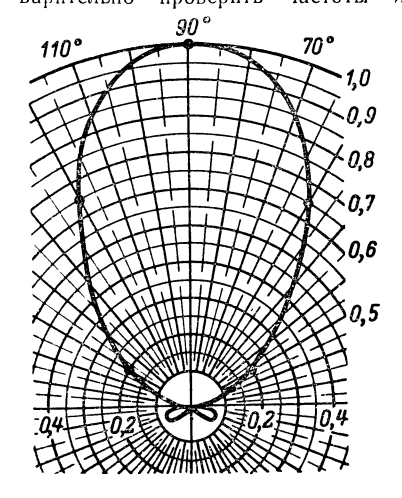


Рис. 4-37. Практическая диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости.

На резонансную частоту в большой степени влияет длина наружного конца трубки, вставленной внутрь катушки. Чтобы избежать ошибки, следует приготовить несколько трубок с таким расчетом, чтобы при измерениях наружный конец был не длиннее 1—1,5 *см*. Настраивать контуры следует изменением емкости, вдвигая или выдвигая трубку. При установке контуров на антенну необходимо вдвигать трубку элементов на такое же расстояние, какое было получено при предварительной настройке. Если радиолюбитель будет применять трубки с отличными от рекомендованных внешними диаметрами, он должен учесть, что трубки меньшего диаметра имеют большую индуктивность, и, следовательно, длину элементов необходимо несколько уменьшить. И наоборот, применение труб большего наружного диаметра потребует некоторого увеличения длины.

Регулировку антенны начинают в диапазоне 28—29,7 *Мгц*.

Ввиду того что этот диапазон слишком широк, добиться одинаково хорошей работы антенны по всему диапазону обычно не удается. Поэтому вначале регулировки коротковолновик должен решить, какая часть диапазона (для телеграфной или телефонной работы) представляет для него наибольший интерес. В первом случае антенну следует регулировать на средней частоте телеграфного участка диапазона 28,1 *Мгц*, во втором — на средней частоте SSB участка 28,6 *Мгц* либо AM участка 29 *Мгц*.

В процессе регулировки контроль ведется по форме диаграммы направленности в горизонтальной плоскости. Практически получен-

ная диаграмма направленности отрегулированной антенны приведена на рис. 4-37 (уровни сигнала показаны в относительных величинах).

Следует помнить, что характеристики антенн типа «волновой канал» в значительной степени зависят от высоты антенны над уровнем земли, а в случае установки на металлической крыше дома и от расстояния до крыши. Влияют на характеристики антенны также и близрасположенные металлические предметы (провода радиотрансляции, телевизионные антенны, элементы конструкции здания и т. п.). Все это приводит к тому, что правильно отрегулировать антенну можно только на той высоте, на которой она будет в дальнейшем работать. По-видимому, в большинстве случаев радиолюбительской практики такая регулировка неосуществима. Поэтому при регулировке антенны обычно снимают ее диаграмму, поднимая антенну на ту высоту, на которой она будет в дальнейшем работать. Если же выяснится необходимость подстройки того или иного элемента, антенну приходится опускать вниз. Конечно, такая регулировка довольно трудоемка, особенно в том случае, когда не предусмотрено устройство для быстрого подъема и опускания антенны (например, типа телескопической мачты с блоками).

Установив выбранную частоту генератора (при настройке в режиме приема) или передатчика (при настройке в режиме излучения) в пределах диапазона 28—29,7 *Мгц*, попеременной регулировкой длины рефлектора и директора только в средней части элементов (a_1, a_2, a_3 см. рис. 4-30) добиваются получения диаграммы направленности, не обращая пока внимания на величину КСВ. Когда диаграмма направленности сформируется, т. е. величина угла раскрыва главного лепестка станет равной примерно 60° по уровню 3 *дб*, регулировкой длины вибратора добиваются минимума КСВ. Если величина КСВ получается больше 1,3, следует попробовать передвинуть в ту или другую сторону по несущей траверсе сначала директор, а потом рефлектор. После этого нужно опять подбором длины средней части вибратора найти положение, соответствующее наименьшей величине КСВ.

После предварительной настройки диапазона 28 *Мгц* следует переходить к регулировке в диапазоне 21 *Мгц* в той же последовательности. Для облегчения настройки можно на этом этапе не вставлять в контуры элементы e_1, e_2, e_3 (см. рис. 4-30), работающие только на 14 *Мгц*.

При регулировке в диапазоне 21 *Мгц* следует настраивать директор и рефлектор, изменяя в небольших пределах величину индуктивности катушек L_1, L_2, L_3, не забывая при этом компенсировать получаемую расстройку на 28 *Мгц* соответствующим изменением емкости конденсаторов C_1, C_2 и C_3. Если это по каким-либо причинам затруднительно, то можно регулировать длину внешних трубок фильтров, для чего необходимо взять заведомо большую длину и постепенно укорачивать по 5 *мм* с каждого регулируемого отрезка до достижения резонанса.

После того как будет получена нужная диаграмма направленности и КСВ на диапазоне 21 *Мгц*, устанавливают элементы e_1, e_2 и e_3 (см. рис. 4-30).

Если контуры настроены правильно, такое добавление не испортит полученную на диапазоне 21 *Мгц* диаграмму направленности. Если же диаграмма существенно ухудшилась, то необходимо изменить емкости конденсаторов C_2, C_4, C_6 таким образом, чтобы диаграмма

направленности восстановилась. Это будет означать, что фильтры настроены на нужную частоту.

Регулировка антенны в диапазоне 14 *Мгц* несложна и заключается в подборе длин наружных концов элементов.

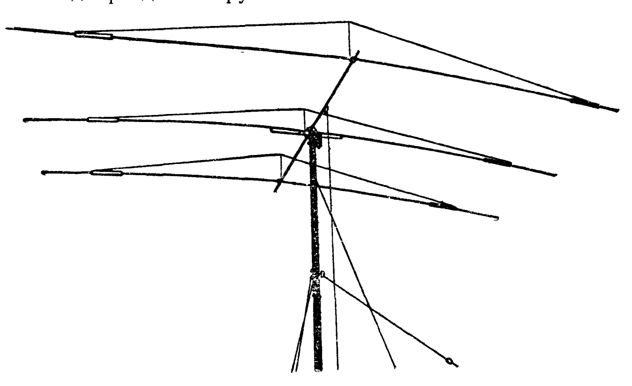


Рис. 4-38. Внешний вид антенны.

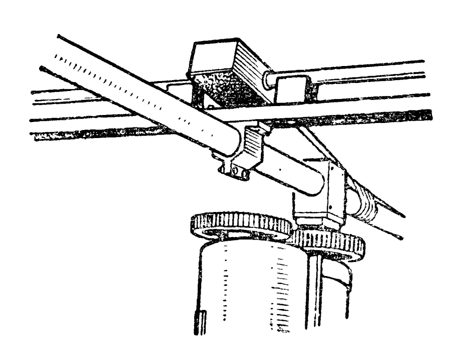


Рис. 4-39. Поворотное устройство антенны.

После тщательной настройки антенны В. Н. Захаровым получено отношение излучения вперед/назад не хуже 23 *дб*, вперед/вбок — не хуже 30 *дб*. Ширина основного (переднего) лепестка диаграммы направленности в горизонтальной плоскости не превышает 60°. Величина КСВ для диапазонов 28, 21 и 14 *Мгц* не превышает 1,1, 1,2 и 1,1 соответственно.

Внешний вид антенны показан на рис. 4-38, выполнение поворотного устройства антенны поясняется на рис. 4-39.

Калибратор для связного приемника

Довольно часто в практике радиолюбителя-конструктора возникает необходимость проверки частоты приемников или измерительных генераторов. В практике же коротковолновика такая необходимость существует постоянно, ведь не имея возможности точно настроить связной приемник на заданную частоту, он может не найти в переполненном эфире сигнал редкого корреспондента. Кроме того, радиолюбитель-коротковолновик с помощью своего приемника также контролирует частоту, на которую настроен передатчик. Поэтому в данном случае неточная градуировка приемника может привести

к выходу частоты передатчика за пределы участка диапазона, отведенного для того или иного вида работы, или даже к выходу за пределы любительского диапазона вообще. Последнее является серь-

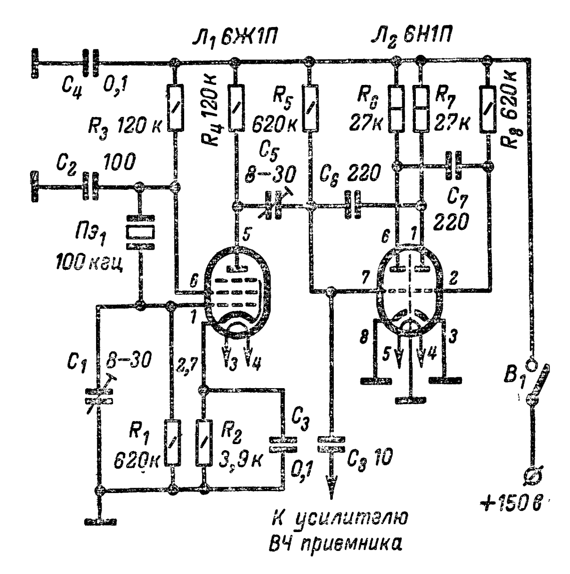


Рис. 4-40. Принципиальная схема калибратора,

езным нарушением установленных правил работы в эфире, так как может повлечь за собой нарушение какой-либо важной радиосвязи.

Поэтому на любительской радиостанции чрезвычайно важно иметь прибор, позволяющий периодически контролировать градуировку связного приемника, — кварцевый калибратор. Такой калибратор может оказаться полезным и для радиолюбителя-конструктора — при градуировке и калибровке приемников или измерительной аппаратуры.

Относительно несложный кварцевый калибратор сконструировал московский коротковолновик Б. Г. Степанов (UW3AX). Схема калибратора приведена на рис. 4-40, а конструктивное исполнение его может быть любым — в виде отдельного прибора, встроенного в приемник узла и т. п.

Калибратор состоит из генератора на лампе $Л_1$, частота генерации которого стабилизирована кварцевым резонатором $Пэ_1$, и делителя частоты на лампе $Л_2$, представляющего собой мультивибратор, работающий в автоколебательном режиме с внешней синхронизацией от кварцевого генератора. Применение такой схемы позволяет получить на выходе калибратора как гармоники частоты кварца, так и частотные метки между ними. Например, если в генераторе применить кварцевый резонатор с частотой 100 *кгц*, а коэффициент деления частоты мультивибратора установить равным 10, то кварцевый калибратор может быть использован для проверки точ-

ности градуировки шкалы через 10 *кгц*. Применение же кварца с частотой, например, 500 *кгц* позволит получить частотные метки через каждые 50 *кгц* и т. д.

В случае применения калибратора для контроля градуировки шкалы приемника радиостанции первой категории удобно использовать калибратор с метками через 10 или даже 5 *кгц*. Для радиостанций второй и третьей категорий можно ограничиться применением калибратора с метками через 50 или 100 *кгц*, в основном для установления границ любительских диапазонов и границ их участков, отведенных для работы телефоном. При этом в случае применения кварца с частотой 100 *кгц* схему калибратора можно существенно упростить, исключив из него делитель частоты.

Если в распоряжении радиолюбителя нет кварца с частотой 100 *кгц*, а он располагает, например, кварцем на 500 *кгц*, то и в этом случае можно получить метки через каждые 10 *кгц*, изменив коэффициент деления частоты мультивибратора. Для этого следует изменить значения сопротивлений резисторов R_5 и R_8 и емкостей конденсаторов C_6 и C_7 (при указанных на схеме номиналах коэффициент деления равен 10). Эти значения можно приближенно определить по формуле $RC=1/F$, где R должно быть в килоомах, а C — в микрофарадах ($R=R_5=R_8$, а $C=C_6=C_7$); F — требуемая частота после деления, *кгц*.

Наконец, если в распоряжении любителя имеется еще более высокочастотный кварц, то получить метки через 10 *кгц* можно, добавив в калибратор еще один делитель частоты по аналогичной схеме. Пытаться добиться с помощью одного делителя деления больше чем на 10 не следует, так как при больших коэффициентах деления трудно обеспечить устойчивую работу мультивибратора.

Чтобы калибратор можно было использовать для определения частоты настройки приемника, необходимо точно установить и время от времени проверять частоту кварцевого генератора. В любительских условиях это проще всего сделать, контролируя частоту генерации по сигналам эталонных частот, передаваемым радиостанциями Государственной службы времени и частоты, данные о которых приведены в табл. 4-9. Эти радиостанции работают круглосуточно (за исключением коротких ежедневных перерывов на техосмотр и одного-двух перерывов в месяц для проведения профилактики). Работа каждой радиостанции ведется в телеграфном режиме (кроме RW-166) по особой программе, в которой, как правило, чередуется передача позывных, неманипулированной несущей и сигналов времени. Время в минутах каждого часа, соответствующее началу передачи серии позывных, приведено в таблице. Радиостанция RW-166 представляет собой исключение из правила; она передает широковещательную программу с амплитудной модуляцией. Радиостанции, имеющие несколько рабочих частот, работают на них поочередно. Относительная погрешность частоты излучаемого станциями сигнала составляет $\pm 5\cdot 10^{-11}$.

Радиолюбители, проживающие в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, могут использовать для проверки своих калибраторов также сигналы радиостанций службы времени и частоты Японии (JJY — на частотах 2 000, 5 000, 10 000 и 15 000 *кгц*) или США (WWVH — на частотах 2 500, 5 000, 10 000 и 15 000 *кгц*).

Для установки частоты калибратора удобно воспользоваться сигналами эталонных частот, кратными частоте кварцевого генератора, причем лучше всего воспользоваться наиболее высокочастотными

Таблица 4-9

Позывной	Рабочие частоты, *кгц*	Время начала передачи позывных, *мин*	Местонахождение
RWM	10 000, 15 000	10, 40	Москва
RAT	2 500, 5 000		
RKM	5 004, 10 004, 15 004	00, 10, 20, 30, 50	Иркутск
RID	10 004, 15 004		
RTA	4 996, 9 996, 14 996	14, 29, 44, 59	Новосибирск
RIM	5 000, 10 000, 15 000	20, 50	Ташкент
RCH	2 500		
RES	66,(6), 100	05	Москва
RW-166	200	—	Иркутск

сигналами (15 000, 10 000 или 5 000 *кгц*). В этом случае можно достаточно легко совместить частоты эталонного сигнала и гармоники сигнала калибратора по нулевым биениям, на слух. Поскольку с эталонной частотой будет совмещена высокочастотная гармоника генератора, установка частоты будет более точной, чем в случае использования более низкой эталонной частоты, к примеру, 100 или 200 *кгц*.

Для установки частоты ко входу любого приемника, имеющего диапазон, в который попадает выбранная эталонная частота, подключают кварцевый калибратор. При выключенном телеграфном гетеродине (если такой имеется) приемника, настроенного на частоту эталонной станции, добиваются получения нулевых биений между сигналом калибратора и сигналом эталонной частоты, подстраивая частоту кварцевого генератора с помощью конденсатора C_1. Для того чтобы точность контроля момента совпадения частот была наивысшей, необходимо производить эту настройку при малых уровнях обоих сигналов.

Установив частоту кварцевого генератора, настраивают делитель частоты калибратора. Для этого калибратор подключают ко входу связного приемника, отключив от последнего антенну (чтобы не мешали сигналы мощных радиостанций, которые могут оказаться силь-

нее сигнала калибратора). С помощью конденсатора C_5 добиваются устойчивой работы (надежной синхронизации) мультивибратора. При этом обязательно надо контролировать число получаемых промежуточных меток частоты, чтобы убедиться, что коэффициент деления мультивибратора действительно равен 10 (а не 9 и не 11). О наличии неустойчивой синхронизации мультивибратора свидетельствует появление шипящего звука в телефонах приемника.

Если не удается получить желаемого коэффициента деления ни при каком значении емкости конденсатора C_5, следует попытаться подобрать номиналы резисторов R_5 и R_8 конденсаторов C_6 и C_7.

После настройки делителя частоты следует проверить стабильность частоты калибратора во времени, контролируя ее с помощью сигнала радиостанции, передающей эталонную частоту, При последующей работе этот контроль следует проводить периодически.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ЭЛЕКТРОИЗМЕРЕНИЯ

Транзисторный милливольтметр

Измерять постоянные напряжения в аппаратуре, собранной на транзисторах, при помощи обычных авометров нежелательно, так как они имеют входное сопротивление не выше 20 *ком/в*. При небольших напряжениях, которые действуют в такой аппаратуре, это сопротивление будет шунтировать измеряемые цепи и результаты измерения окажутся довольно далеки от истинных.

Для указанных измерений наиболее подходят ламповые или транзисторные милливольтметры, обладающие высоким входным сопротивлением (до 10 *Мом/в*). Функции подобного милливольтметра может выполнять авометр с присоединенной к нему специальной приставкой. Описание такой приставки, сконструированной московским радиолюбителем А. Н. Пруцким, приводится ниже.

Диапазон измерений авометра при работе с этой приставкой простирается от 400 *мкв* до 10—15 *в*. Измерения можно производить в следующих поддиапазонах: 0—20—100—400—1 000 *мв* — 10 *в* (с теми авометрами, пределы измерения которых и число делений шкалы кратно числу 5), или 0—30—150—600—1 500 *мв* — 15 *в* (если пределы измерения авометра и число делений его шкалы кратно числу 3). Входное сопротивление приставки составляет 5 *Мом/в*.

Промежуток времени между включением приставки и началом измерений должен быть 4—5 *мин*, после чего уход нуля за час работы не превышает 2%. Если же прогревать приставку в течение 10 *мин*, то уход нуля уменьшится до 0,5%. В крайнем случае измерения можно начинать через 30 *сек* после включения приставки, однако тогда необходимо следить, находится ли стрелка микроамперметра, установленного в авометре, на нулевом делении.

При измерениях авометром с подключенной к нему приставкой она вносит в результаты измерений относительную погрешность не более 2% от верхнего предела рабочей части шкалы микроамперметра, если температура окружающего воздуха не ниже 10 и не выше 35 °С.

Приставку можно присоединять к авометрам, имеющим поддиапазон измерений постоянного тока 0—0,2 *ма* или менее, т. е. практически к любым отечественным авометрам за исключением Ц-20.

В качестве источника питания приставки используются две батареи 3336Л (КБС-Л-0,5), включенных параллельно. Приставка потребляет от них ток 12 *ма*, так что один комплект батарей может работать без замены в течение 100 *ч*. Она может работать при понижении питающего напряжения до 3 *в*.

Приставка, принципиальная схема которой дана на рис. 5-1, работает следующим образом. Подаваемое на ее вход измеряемое постоянное напряжение проходит через делитель, рассчитанный так, что стрелка микроамперметра авометра отклоняется на последнее деление шкалы тогда, когда напряжние на эмиттере транзистора T_1 и базе транзистора T_2 не превышает 10 *мв*. Это справедливо при работе приставки в любом поддиапазоне.

На базу транзистора T_2 поступает не постоянное напряжение с делителя, а прямоугольные импульсы, которые вырабатываются из этого напряжения в преобразовательном каскаде на транзисторе T_1. Этот каскад работает в режиме переключения. Транзистор T_1 нормально закрыт. Он открывается лишь на то время, в течение которого на его базе присутствует прямоугольный импульс положительной полярности, поступающий с выхода генератора, выполненного на транзисторах T_5 и T_6. Когда T_1 закрыт, напряжение с делителя полностью подается через конденсатор C_1 на базу T_2. Как только T_1 откроется, это напряжение замкнется через него на шасси приставки, так как внутреннее сопротивление T_1 резко упадет. В результате, как уже было сказано выше, напряжение на базе T_2 окажется не постоянным, а будет иметь вид прямоугольных импульсов, амплитуда которых пропорциональна измеряемому напряжению, а частота следования равна 2 *кгц*. В каскадах на транзисторах T_2 и T_3 эти импульсы усиливаются. Нагрузкой T_3 является резонансный контур, настроенный на 2 *кгц*, в который входят обмотка *I* трансформатора Tp_1 и конденсатор C_2. Благодаря этому коэффициент усиления каскада на транзисторе T_3 повышается.

Далее усиленные прямоугольные импульсы вновь преобразуются в постоянное напряжение. Это происходит в модуляторе, выполненном на транзисторе T_4, где смешиваются переменное напряжение, подаваемое на коллектор транзистора с обмотки *II* трансформатора Tp_1, и прямоугольные импульсы, которые поступают на базу T_4 с выхода генератора на транзисторах T_5 и T_6. Выводы обмотки Tp_1 включаются так, чтобы фазы импульсов на базе T_4 и переменного напряжения на коллекторе этого транзистора совпадали. При этом условии транзистор T_4 будет работать в качестве выпрямителя, нагрузкой которого является конденсатор C_3. Параллельно этому конденсатору включен переменный резистор R_{12} *Установка мв*, на котором выделяется постоянная составляющая выпрямленного напряжения. Выходное постоянное напряжение приставки подается на авометр с ее зажимов *Выход*, которые присоединены к движку R_{12} и шасси приставки. Конденсатор C_4 предотвращает резкие броски стрелки микроамперметра, установленного в авометре.

Чтобы исключить ошибки, которые по различным причинам могут возникнуть при измерениях, в приставке предусмотрена возможность калибровки ее подаваемым на вход эталонным напряжением 20, 400 или 1 000 *мв*. Если при калибровке показания авометра, к которому подключена приставка, будут отличаться по своей величине

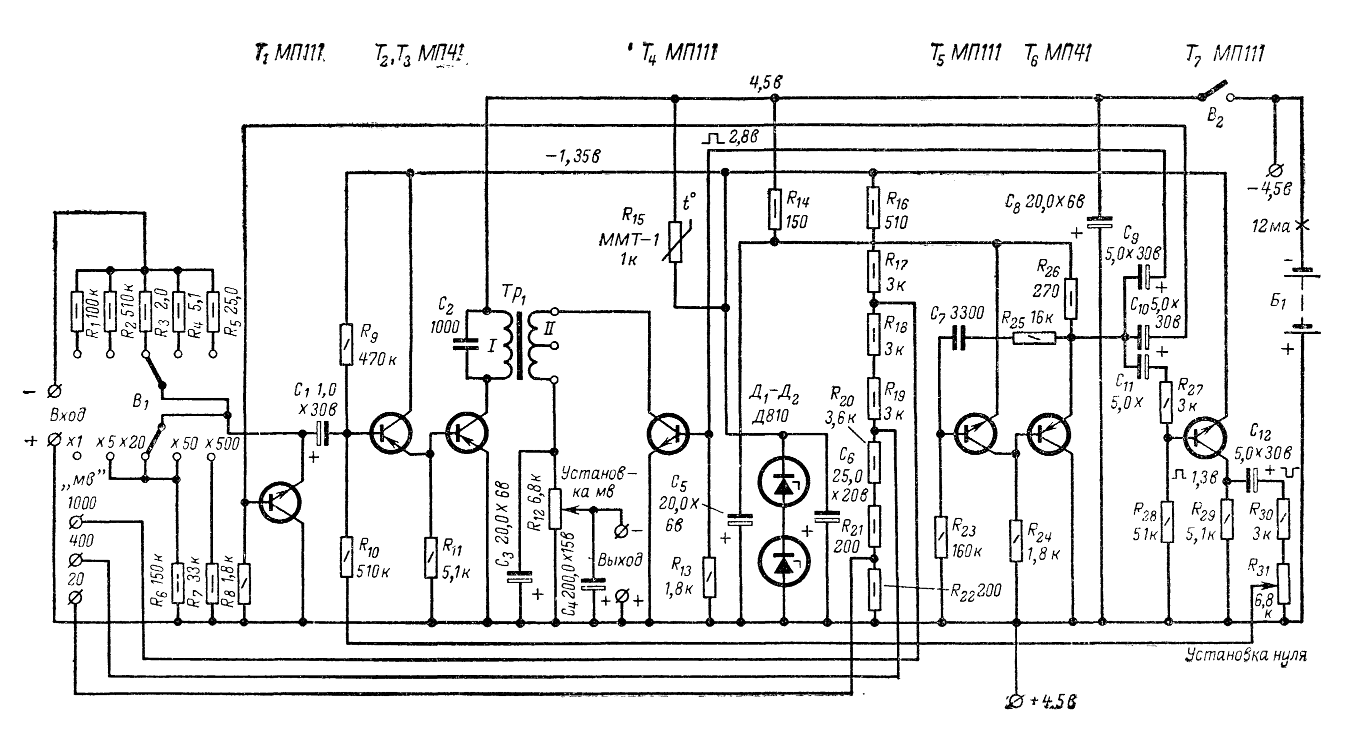


Рис. 5-1. Принципиальная схема приставки.

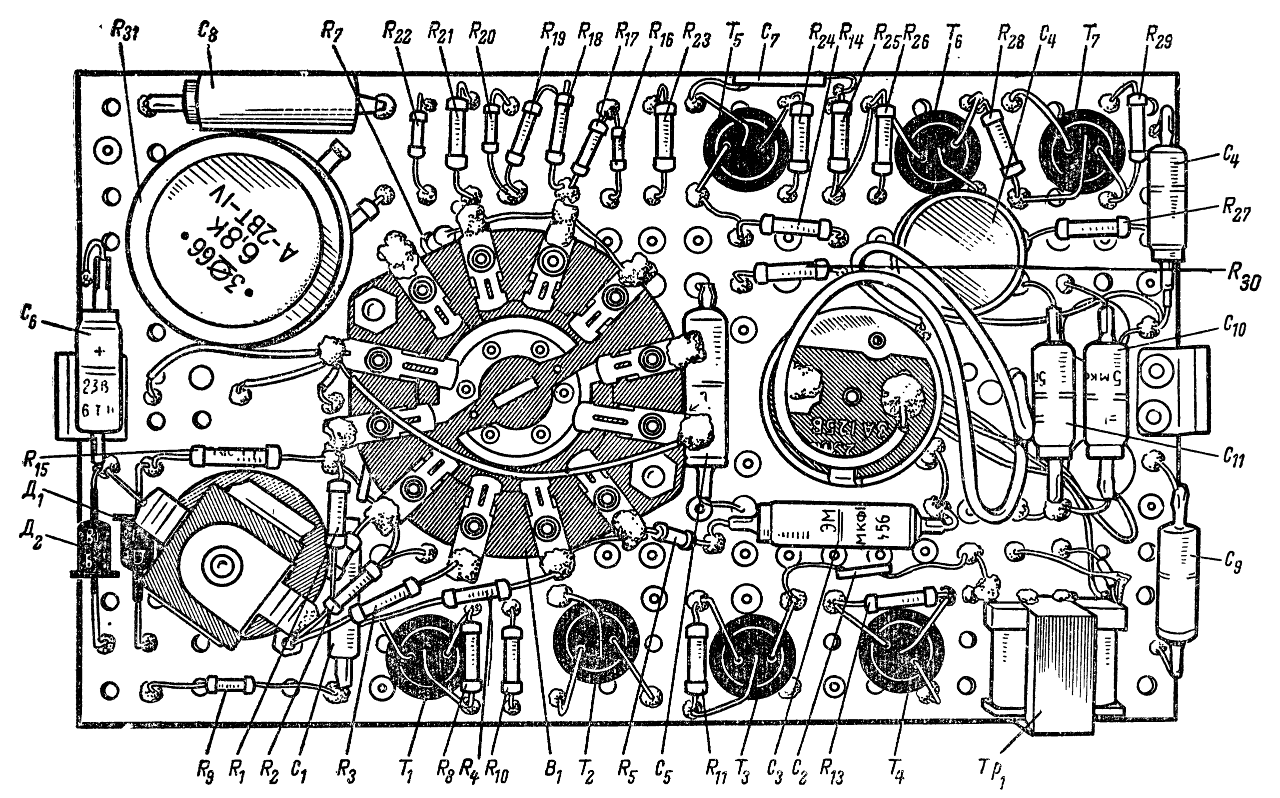


Рис. 5-2. Расположение деталей на монтажной плате приставки.

от эталонного напряжения, можно подогнать их, вращая движок переменного резистора R_{12}. Калибровочные напряжения (20, 400 и 1 000 *мв*) снимаются с делителя R_{16}—R_{22}, который питается напряжением, стабилизированным двумя кремневыми стабилитронами $Д_1$ и $Д_2$, включенными последовательно. Стабилитроны подключены к делителю не в обратном направлении, как обычно, а в прямом и поэтому общее стабилизированное напряжение на них составляет 1,36 *в*. Прямое включение здесь выбрано потому, что в противном случае напряжение стабилизации двух последовательно включенных стабилитронов (18—21 *в*) будет значительно превосходить напряже-

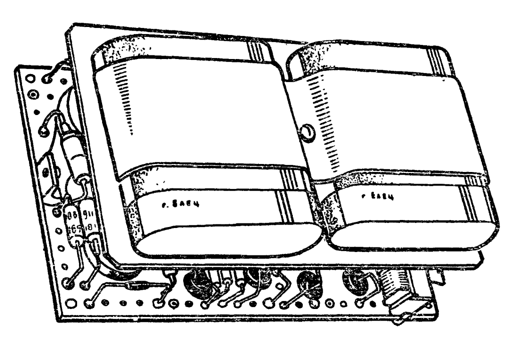


Рис. 5-3. Батарейная плата и ее расположение.

ние источника питания. Кроме делителя R_{16}—R_{22}, к стабилитронам присоединены также цепи транзисторов T_2 и T_7. Когда напряжение батареи, питающей приставку, упадет с 4,5 до 3 *в*, стабилизированное напряжение уменьшится только на 0,02 *в* (примерно).

Ввиду того что сопротивление эмиттер—коллектор закрытого транзистора T_1 имеет конечную величину (сотни килоом), на входе усилителя присутствует паразитный сигнал, зависящий от $I_{к0}$ транзистора T_1, окружающей температуры и величины модулирующего напряжения. Этот сигнал имеет положительную полярность, частоту модулирующего напряжения, величину 1,5—3 *мв* и вызывает уход стрелки микроамперметра авометра с нулевого деления. Он компенсируется прямоугольными импульсами отрицательной полярности, поступающими на базу транзистора T_2 с переменного резистора R_{31} *Установка нуля*, включенного в эмиттерную цепь транзистора T_7.

Детали приставки размещены на плате размерами 145×85 *мм* из гетинакса толщиной 3 *мм*, в которой путем развальцовки укреплены пистоны диаметром 1,8 *мм*. Плата прикреплена четырьмя болтами к крышке корпуса приставки на расстоянии 3 *мм* от нее. Расположение деталей показано на рис. 5-2. Корпус приставки изготовлен из дюралюминия толщиной 1,5 *мм*. Он имеет размеры 150×90×60 *мм*.

Над монтажной платой на расстоянии 2 *мм* от нее расположена вторая плата размерами 140×80 *мм* из гетинакса толщиной 2 *мм*. К ней при помощи скобы прикреплены две батареи 3336Л (КБС-Л-0,5). Крышка корпуса в сборе (с монтажной и батарейной платами) прикрепляется к нему двумя винтами (рис. 5-3).

Трансформатор $Тр_1$ приставки — обычный согласующий (межкаскадный) трансформатор для карманных приемников, выпускаемый московским школьным заводом «Чайка». Его данные: сердечник пермаллоевый сечением 0,2 *см*^{2}, обмотка *I* — 2 500 витков провода ПЭЛ 0,06, обмотка *II* — 700 витков того же провода с отводом от середины.

Для изготовления входного щупа приставки берут экранированный многожильный провод, экранирующая оплетка которого покрыта слоем изоляционного материала. К одному концу провода припаивают коаксиальный разъем, при помощи которого щуп соединяется с входным коаксиальным гнездом приставки. К второму концу центральной жилы провода припаивают подходящий наконечник, а к второму концу экранирующей оплетки — зажим «крокодил». При измерениях к центральной жиле подключают отрицательный полюс измеряемой цепи, а к экранирующей обмотке — положительный.

Транзисторы приставки должны иметь следующие $В_{ст}$: МП111 13—15, МП41 45—50. Последние можно заменить МП39Б. Вместо кремниевых стабилитронов Д810 можно использовать Д808 или Д813.

После того как сборка приставки окончена, проверяют в ее цепях постоянные напряжения там, где они указаны на принципиальной схеме. Расхождения не должны превышать $\pm 20\%$. Затем проверяют, работает ли генератор, подключая к правому (по схеме) выводу конденсатора C_9 или C_{10} осциллограф. При нормальной генерации напряжение в этой точке должно иметь положительную полярность и величину около 3 *в*. Если генерации нет, нужно проверить транзисторы T_5, T_6 и подобрать резистор R_{23}. Когда генератор работает правильно, прямоугольные импульсы на правом (по схеме) выводе конденсатора C_{12} имеют отрицательную полярность и величину около 1,3 *в*.

Затем временно отпаивают резистор R_{10} от движка переменного резистора R_{31} замыкают накоротко вход приставки и присоединяют к обмотке *II* трансформатора $Тр_1$ осциллограф. Появление на экране электронно-лучевой трубки осциллографа изображения паразитного сигнала 0,07—0,15 *в* будет признаком нормальной работы каскадов на транзисторах T_1, T_2 и T_3. Если при этом авометр, подключенный к выходу приставки, показывает наличие выходного сигнала, то это значит, что выводы обмотки *II* трансформатора $Тр_1$ присоединены правильно.

Потом резистор R_{10} припаивают обратно к движку переменного резистора R_{31} и, поворачивая этот движок, следят за показаниями авометра. Если напряжение, которое он показывает, увеличивается при вращении движка R_{31} вверх (по схеме), то все соединения при при монтаже приставки сделаны правильно. В противном случае необходимо поменять местами выводы обмотки *II* трансформатора $Тр_1$. На этом налаживание приставки заканчивается.

Методика измерений с приставкой такова. На авометре, который предназначен для работы с нею, устанавливают диапазон измерений 0—0,2 *ма* или менее, присоединяют к авометру приставку и включают ее. Выждав 4—5 *мин*, а еще лучше 10 *мин*, замыкают накоротко вход приставки и, регулируя переменный резистор R_{31}, добиваются, чтобы стрелка микроамперметра авометра находилась на нулевом делении шкалы. Затем калибруют шкалу, для чего размыкают вход приставки, соединяют отрицательный вывод ее входного щупа с одним из калибровочных гнезд, которое выбирают по табл. 5-1, и

Таблица 5-1

Положение переключателя B_1 приставки	Для авометров, деления шкал которых кратны трем		Для авометров, деления шкал которых кратны пяти	
	Напряжение, соответствующее отклонению стрелки авометра до последнего деления шкалы, *мв*	Калибровочное напряжение, *мв*	Напряжение, соответствующее отклонению стрелки авометра до последнего деления шкалы *мв*	Калибровочное напряжение *мв*
×1	30	20	20	20
×5	150	20	100	20
×20	600	400	400	400
×50	1 500	1000	1 000	1 000
×500	15 000	1000	10 000	1 000

при помощи переменного резистора R_{12} передвигают стрелку микроамперметра авометра так, чтобы она остановилась на том делении его шкалы постоянного тока, которое соответствует выбранному калибровочному напряжению. После этого можно проводить нужные измерения. Калибровку шкалы следует повторять после каждого переключения приставки на другой поддиапазон измерений.

Измеритель емкости

У радиолюбителей довольно часто возникает потребность в измерении сравнительно небольших емкостей (до 10 000 *пф*). Инж. В. Четверик предложил использовать для этого простой измеритель емкости, собранный всего на одном транзисторе. Блок-схема этого прибора изображена на рис. 5-4. Как видно из нее, в измерителе установлен ВЧ генератор, работающий в диапазоне частот 400—600 *кгц*. Колебания генератора подаются на емкостный делитель, в который входят включенные последовательно конденсаторы C_1 и C_2. К точке соединения этих конденсаторов подключен диодный вольтметр переменного тока. Емкости конденсаторов C_1 и C_2 и напряжение генератора подобраны с таким расчетом, чтобы при отсутствии измеряемого конденсатора C_x, который включается параллельно конденсатору C_2, стрелка измерительного прибора диодного вольтметра устанавливалась на последнее деление шкалы. При подключении к конденсатору C_2 конденсатора C_x реактивное сопротивление этого плеча делителя уменьшится, ВЧ напряжение на нем будет ниже, и стрелка измерительного

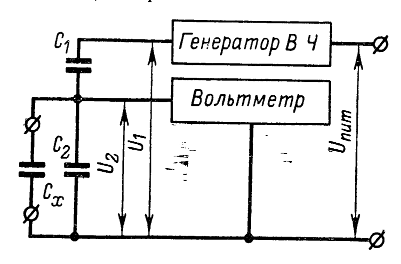


Рис. 5-4. Блок-схема измерителя емкости.

прибора отклонится на меньший угол, зависящий от емкости конденсатора C_x.

Принципиальная схема измерителя дана на рис. 5-5. Для повышения удобства пользования прибор имеет два диапазона измерений: 0—100 и 0—10 000 *пф*, причем во время налаживания начальные участки диапазонов, которые используются наиболее часто, могут быть растянуты больше чем на половину шкалы измерительного прибора.

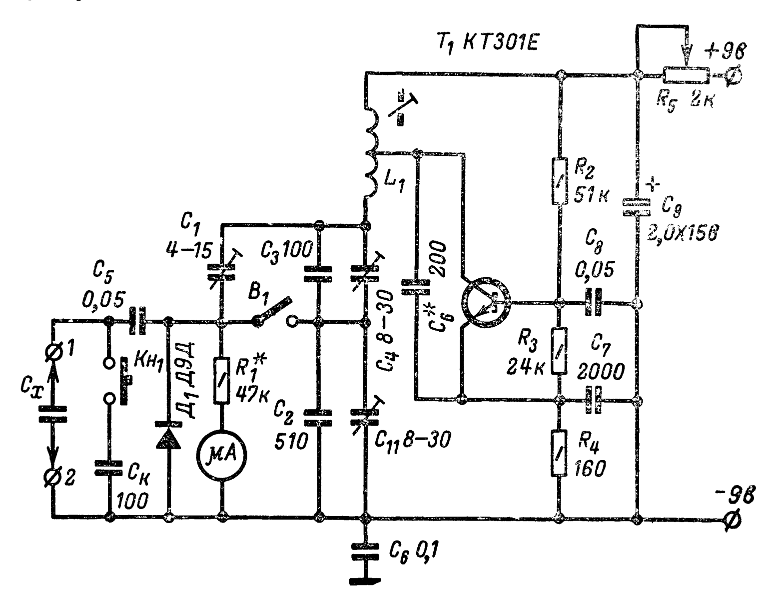


Рис. 5-5. Принципиальная схема измерителя емкости.

Генератор ВЧ измерителя собран на транзисторе T_1 по трехточечной схеме с общим эмиттером. Колебательный контур включает в себя катушку L_1 и конденсатор C_6.

На диапазоне измерений 0—100 *пф* переключатель B_1 разомкнут и емкостный делитель имеет только одно постоянное плечо, в котором используется подстроечный конденсатор C_1. Второе плечо делителя в этом диапазоне составляет измеряемый конденсатор C_x. При переходе на диапазон 0—10 000 *пф* посредством замыкания B_1 одно плечо делителя будет состоять из постоянного конденсатора C_3 и подстроечных C_1 и C_4, а второе — из постоянного конденсатора C_2, подстроечного C_{11} и измеряемого C_x. Емкость разделительного конденсатора C_5 намного больше, чем у конденсаторов делителя, и поэтому на распределение ВЧ напряжения на нем C_5 практически не влияет.

Высокочастотное напряжение, имеющееся в точке соединения конденсаторов делителя, выпрямляется диодом $Д_1$. Постоянная составляющая полученного пульсирующего напряжения заставляет от-

клоняться стрелку микроамперметра, последовательно с которым включен добавочный резистор R_1. Его подбирают с таким расчетом, чтобы при установке движка переменного резистора R_5 в среднее положение и отсутствии конденсатора C_x стрелка микроамперметра становилась на последнее деление, которое в измерителе емкости, так же как в омметрах, служит нулем шкалы.

Монтаж измерителя не критичен. Размеры его корпуса могут быть различными в зависимости от типа использованного микроамперметра с чувствительностью не хуже 200 *мка* и желательно с большой шкалой (М24, МС, М265 и др.).

Катушка L_1 должна иметь индуктивность 600—1 100 *мкгн* и добротность Q на частоте 500 *кгц* от 160 до 250. Такую добротность можно получить, если разместить катушку L_1 в броневом сердечнике СБ-23-17а из карбонильного железа, намотав ее внавал литцендратом ЛЭШО 12×0,07 или ЛЭШО 14×0,07 в двух секциях каркаса сердечника. Число витков катушки 120—150. Место отвода находится в зависимости от тока полного отклонения примененного микроамперметра и указано в табл. 5-2. Там же приведены первоначальные значения сопротивления резистора R_1, с которых начинают его подбор.

Таблица 5-2

Ток полного отклонения микроамперметра, *мка*	Место отвода в процентах от общего числа витков катушки, считая от ее верхнего вывода по принципиальной схеме	Исходное сопротивление резистора R_1, *ком*	Напряжение источника питания, *в*
50	70—60	100—150	4,5—6
100	50—40	40—60	6—9
200	50—30	10—20	9—12

Вместо транзистора КТ301Е в измерителе можно применить КТ315 с любым буквенным индексом, или же *p-n-p* транзисторы МП40, МП41, МП42Б, П401 и др. В случае установки *p-n-p* транзисторов необходимо изменить полярность источника питания и поменять местами выводы конденсатора C_9. Транзистор любого типа должен иметь $B_{ст}$ не менее 40.

Измеритель можно питать от батарей 3336Л (КБС-Л-0,5), а также аккумулятора 7Д-0,1. Потребление тока от источника питания составляет 4—5 *ма*.

Правильно собранный прибор начинает работать сразу. Желаемую ширину начальных участков диапазонов выбирают, вращая роторы подстроечных конденсаторов C_1 и C_4, причем сначала настраивают C_1, а затем C_4 (трогать C_1 при регулировке C_4 нельзя). Признаком правильного подбора соотношения емкостей конденсаторов C_1, C_2, C_4 и C_{11} служит установка стрелки микроамперметра на нуль (т. е. отклонение ее до последнего деления шкалы) при выводе резистора R_5 на 50—60% (конденсатор C_x не включен). Если при перечисленных выше условиях стрелка будет останавливаться не на нуле, то нужно уменьшить сопротивление резистора R_1 и подобрать конденсатор C_2. Желательно, чтобы переменный резистор R_5 был проволочным.

Прибор градуируют, пользуясь эталонным конденсатором переменной емкости или набором постоянных конденсаторов с допусками

±2—5% и измерителем емкости Е12-1. Результаты градуировки могут быть выражены в виде пересчетного графика (или таблицы) существующей шкалы микроамперметра или в виде вновь вычерченной шкалы, размеченной непосредственно в пикофарадах. При градуировке плата с деталями измерителя и микроамперметр должны обязательно находиться в корпусе. В измерителе предусмотрена возможность проверки градуировки шкалы перед каждым измерением. Для этого нажимают кнопку $Кн_1$. При этом к прибору подключается в качестве C_x контрольный конденсатор $C_к$ емкостью 100 *пф* с отклонением от номинала не более чем на ±1%.

Малогабаритный сигнал-генератор

Размеры этого сигнал-генератора, изготовленного А. А. Рыбкиным, невелики. Они составляют 240×140×100 *мм*. При таких размерах генератор работает в диапазоне частот 100 *кгц* — 26 *Мгц*, разбитом на пять поддиапазонов: 100—300 *кгц* (*I*), 300 — 1 000 *кгц* (*II*), 1—3 *Мгц* (*III*), 3 — 9,5 *Мгц* (*IV*), 9 — 26 *Мгц* (*V*).

Выходной сигнал генератора может быть модулирован по амплитуде частотой 1 000 *гц*. При необходимости эту частоту можно также подать на выход прибора. Максимальное выходное ВЧ напряжение сигнал-генератора равно 0,1 *в*, а низкочастотное напряжение (частотой 1 000 *гц*) 0,7 *в*. Оба напряжения можно регулировать плавно — при помощи переменных резисторов, предусмотренных для этой цели в генераторе, а также ступенями, используя внешний декадный аттенюатор. Прибор питается от батареи напряжением 4,5 *в*, потребляя от нее ток около 5 *ма*.

Генератор собран всего лишь на четырех транзисторах. Его схема представлена на рис. 5-6. Для задающего генератора ВЧ колебаний, собранного на транзисторе T_1, включенного с общей базой, выбрана трехточечная схема. С выхода этого генератора через конденсатор C_6 и цепь C_7R_4, исключающую влияние выходного ВЧ каскада на задающий генератор, ВЧ напряжение поступает на базу транзистора T_2, работающего в выходном ВЧ каскаде. Одновременно с этим в коллекторной цепи T_2 осуществляется модуляция ВЧ колебаний. В коллекторную цепь T_2 включены резистор R_{11} и корректирующая катушка L_6, используемые в качестве нагрузки. С нее ВЧ напряжение через конденсатор C_{13}, переменный резистор R_{14}, переключатель B_2 и конденсатор C_{18} поступает на выходное гнездо генератора, к которому подключается выносной декадный аттенюатор.

Задающий генератор модулирующего низкочастотного напряжения (1 000 *гц*) на транзисторе T_3 выполнен по схеме с индуктивной обратной связью. В эмиттерной цепи T_3 установлен переменный резистор R_{17}, при помощи которого можно регулировать напряжение НЧ, поступающее в усилительный каскад, собранный на транзисторе T_4 по стандартной схеме, что в конечном результате приводит к изменению глубины модуляции высокочастотного напряжения. Резистор R_{17} имеет выключатель (B_4), которым можно разорвать цепь питания коллектора транзистора T_3 и таким образом получить на выходе сигнал-генератора немодулированное высокочастотное напряжение.

Цепи базы и коллектора транзистора T_2 выходного ВЧ каскада подключены не к источнику питания, а к коллектору транзистора T_4. Поэтому когда генератор модулирующих низкочастотных колебаний

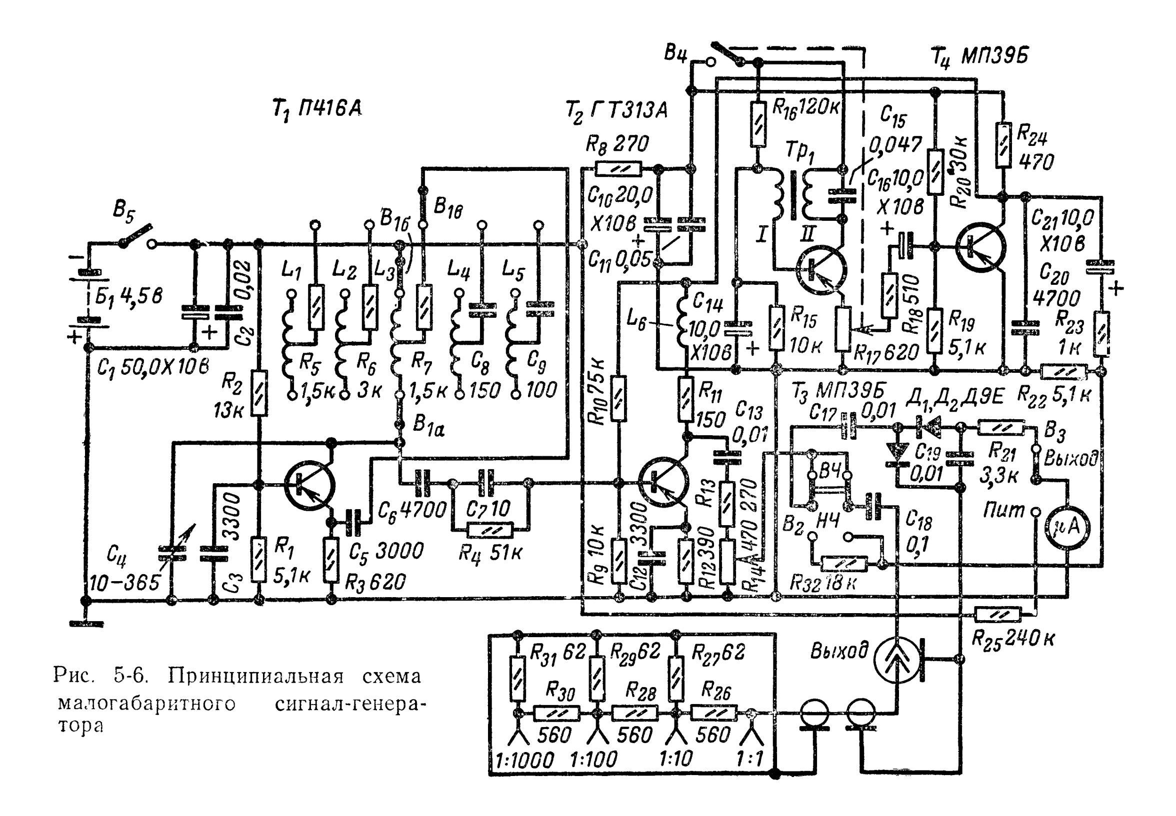


Рис. 5-6. Принципиальная схема малогабаритного сигнал-генератора

работает; эти цепи питаются током, содержащим кроме постоянной составляющей также и переменную частоты 1 000 *гц*. Амплитуда последней зависит от положения движка переменного резистора R_{17}. В результате амплитуда высокочастотных колебаний на коллекторе T_2 будет меняться с частотой 1 000 *гц* и сигнал окажется модулированным.

Выходное высокочастотное напряжение и глубину модуляции сигнал-генератора можно контролировать, пользуясь имеющимся в нем диодным вольтметром, в состав которого входят диоды $Д_1$, $Д_2$, конденсатор C_{19}, резистор R_{21} и микроамперметр М4205 с током полного отклонения стрелки 20 *мка*. Когда переключатель B_3 находится в положении *Питание*, к микроамперметру подключается добавочный резистор R_{25} и он служит вольтметром постоянного тока, при помощи которого контролируют напряжение источника питания.

Все органы управления и детали сигнал-генератора смонтированы на передней панели (и под нею) дюралюминиевого или стального корпуса с размерами, указанными в начале статьи. Данные катушек приведены в табл. 5-3. Конденсатором C_4 служит одна секция блока конденсаторов переменной емкости радиоприемника «Спидола» (вторая секция не используется). На специально выточенной насадке, удлиняющей ось ротора блока, укреплены детали верньерного устройства с замедлением 1 : 10. Переключатель B_1 — галетный, любой конструкции. Может быть применен также подходящий малогабаритный кнопочный переключатель. В качестве B_2 и B_5 использованы тумблеры: однополюсные ТВ2-1 и двухполюсный ТП1-2 (B_2). Остальные детали генератора следующие: трансформатор Tp_1 — переходный от приемника «Сокол»; резисторы — МЛТ-0,125 или УЛМ-0,12; кон-

Таблица 5-3

Обозначение по схеме	Способ намотки	Число витков	Отвод, считая от контактов переключателя $B_{1б}$	Провод
L_1	«Универсаль» или внавал шириной 5 *мм*, в трех секциях с расстояниями между ними 4 *мм*	350×3	120	ПЭЛШО 0,1
L_2	То же	135×3	65	ПЭЛШО 0,12
L_3	«Универсаль» или внавал шириной 5 *мм*	110	18	ПЭЛШО 0,12
L_4	В один слой, виток к витку	24	7	ПЭВ-2 0,38
L_5	То же	6	2	ПЭВ-2 0,69
L_6	«Универсаль» или внавал шириной 4 *мм*	60	—	ПЭЛШО 0,1

Примечание. Катушки L_1—L_5 наматывают на полистироловых каркасах диаметром 12 *мм*, L_6 — на резисторе ВС-0,25 сопротивлением 75—100 *ком*. Сердечников катушки не имеют.

денсаторы — БМ-2 (C_2, C_{11}, C_{13}, C_{15}, C_{17}—C_{20}), КСО (C_3, C_5, C_6, C_{12}), КТ (C_7, C_8, C_9) и К50-3 (C_1, C_{10}, C_{14}, C_{16}, C_{22}). Транзисторы сигнал-генератора должны иметь $B_{ст} = 40 \div 60$.

Как всегда, налаживание собранного сигнал-генератора начинают с тщательной проверки монтажа. Убедившись в его правильности, измеряют ток, потребляемый прибором. Если он (при нормальном напряжении питания) составляет около 5 *ма*, то транзисторы прибора исправны и работают в нормальных режимах.

Затем устанавливают переключатель B_2 в положение *ВЧ*, а B_3 — в положение *Выход* и, переключая B_1, по отклонению стрелки микроамперметра проверяют генерацию ВЧ напряжения на всех поддиапазонах. Убедившись в наличии ее, поворачивают B_2 в положение *НЧ*, устанавливают движок переменного резистора R_{17} в верхнее (по схеме) положение и также по отклонению стрелки микроамперметра контролируют генератор НЧ. Если стрелка не отклоняется, меняют местами выводы любой из обмоток трансформатора $Тр_1$. Для подгонки частоты низкочастотного генератора возможно ближе к 1 000 *гц* к выходному гнезду прибора и эталонному звуковому генератору, настроенному на частосту 1 000 *гц*, подключают громкоговорители и, подбирая емкость конденсатора C_{15}, добиваются нулевых биений. Затем присоединяют к выходному гнезду сигнал-генератора ламповый вольтметр переменного тока, устанавливают движок резистора R_{17} в верхнее (по схеме) положение и подбирают такое сопротивление резистора R_{23}, при котором максимальное выходное напряжение низкой частоты составит 700 *мв*.

Далее переходят к налаживанию высокочастотного узла генератора. Сначала подгоняют граничные частоты поддиапазонов, стараясь, чтобы их значения были такими, какие указаны в начале статьи. Подгонку производят с помощью ГСС или частотомера, отматывая или доматывая витки соответствующих катушек. Закончив эту операцию, стараются достичь равномерного усиления высокочастотных колебаний выходным каскадом на транзисторе T_2 во всем диапазоне рабочих частот сигнал-генератора. Для этого подбирают сопротивления резисторов R_{11} и R_{12}, емкость конденсатора C_{12} и число витков катушки L_6. Результаты этой работы контролируют по показаниям лампового вольтметра, подключенного к выходному гнезду. Потом, не отсоединяя лампового вольтметра, подбирают резистор R_{13} с таким расчетом, чтобы выходное высокочастотное напряжение увеличилось до 100 *мв*. Когда оно дойдет до этого значения, изменяя сопротивление резистора R_{21}, заставляют стрелку микроамперметра отклониться до последнего деления шкалы.

Теперь устанавливают переключатель B_2 в положение *НЧ*, а движок резистора R_{17} в верхнее (по схеме) положение и изменяют сопротивление резистора R_{18} до тех пор, пока измеритель модуляции, подключенный к выходному гнезду сигнал-генератора, не покажет 100%-ную модуляцию выходного ВЧ сигнала. Для того чтобы при таком проценте модуляции стрелка микроамперметра отклонялась на последнее деление шкалы, подбирают сопротивление резистора R_{32}. Добившись этого, при помощи переменного резистора R_{17} постепенно уменьшают глубину модуляции и отмечают ее величины на шкале микроамперметра через 10% (90%, 80%, 70% и т. д.).

Шкалу сигнал-генератора градуируют обычным способом, пользуясь эталонным ГСС.

Транзисторный частотомер

До недавнего времени радиолюбители не ощущали надобности в приборах для измерения частот. Но сейчас, особенно в связи с возросшей необходимостью определения частот следования импульсов, надобность в таких приборах резко возросла, и так как частотомеры промышленного изготовления еще трудно найти, радиолюбителям приходится изготовлять их самостоятельно.

Ниже приводится описание транзисторного частотомера, сконструированного инженером Ю. Барановым. Он доступен для повторения радиолюбителям средней квалификации. При помощи этого прибора можно измерять частоты как синусоидальных, так и импульсных сигналов обеих полярностей в пределах от 20 *гц* до 20 *кгц*. Входное напряжение измеряемых сигналов может быть от 50 *мв* до 30 *в*. Диапазон измерений прибора разбит на три поддиапазона: 20—200 *гц*; 200 *гц* — 2 *кгц*; 2—20 *кгц*. Как видно из приведенных значений граничных частот, частоты второго поддиапазона больше частот первого поддиапазона в 10 раз, а третьего поддиапазона по отношению к первому — в 100 раз. Такая кратность частот позволяет использовать для отсчетов результатов измерений на стрелочном приборе частотомера только одну шкалу, общую для всех поддиапазонов, что очень удобно.

Входное сопротивление частотомера достаточно высоко — не менее 200 *ком*. Основная погрешность его при измерениях 1,5—2%, дополнительная погрешность, которая имеет место только на высших частотах диапазона, не более 1,5—2%. Прибор нормально работает при температуре окружающего воздуха от 10 до 45°. Он питается от сети переменного тока напряжением 127 или 220 *в*. Параметры прибора сохраняются при колебаниях напряжения питающей сети на ±20%

В описываемом приборе частота измеряется путем определения среднего значения тока, протекающего по измерительной цепи в результате регулярного и последовательного прохождения по ней импульсов, калиброванных по длительности и амплитуде. Это значение пропорционально измеряемой частоте.

Принципиальная схема частотомера представлена на рис. 5-7. Он состоит из эмиттерного повторителя с обратной связью (T_1), усилителя-ограничителя (T_2), триггера Шмитта (T_3, T_4) и ждущего мультивибратора (T_5, T_6). Каскады на транзисторах T_8 и T_9 представляют собой удвоитель частоты сети. Напряжение частотой 100 *гц*, полученное на его выходе, используется для калибровки прибора.

Эмиттерный повторитель на транзисторе T_1, установленный непосредственно после входа частотомера, повышает его входное сопротивление переменному току. Благодаря этому становится возможным использовать прибор для измерения частот в высокоомных цепях. Усилитель-ограничитель на транзисторе T_2 служит в основном для ограничения напряжения измеряемых сигналов до 0,5—0,8 *в*, необходимых для управления триггером Шмитта. Одновременно этот каскад усиливает малые напряжения, недостаточные для срабатывания триггера.

В триггере Шмитта, выполненном на транзисторах T_3, T_4, при поступлении на базу T_3 управляющего напряжения из коллекторной цепи транзистора T_2 формируются импульсы, запускающие ждущий мультивибратор, собранный на транзисторах T_5 и T_6. Подгонка напряжения срабатывания триггера в пределах 0,5—0,8 *в* производит-

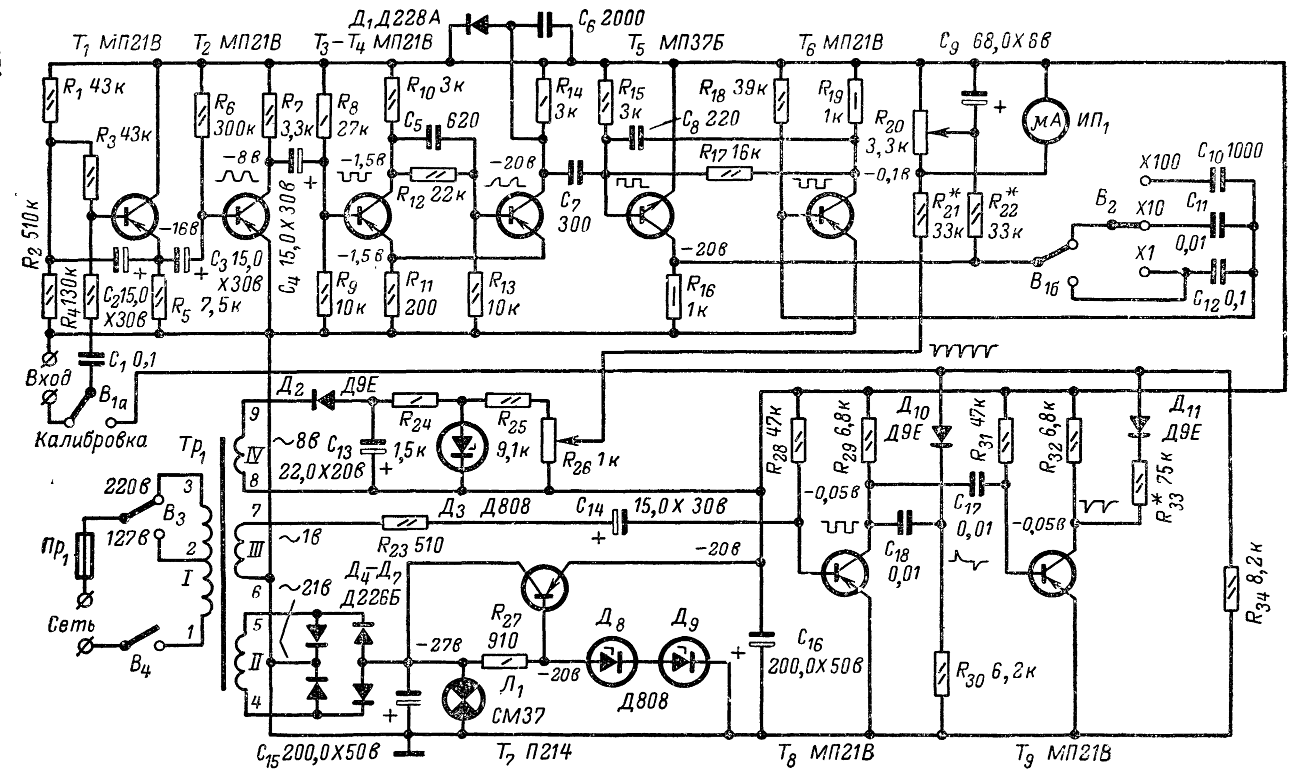


Рис. 5-7. Принципиальная схема частотомера.

ся подбором сопротивления резистора R_8. Чтобы импульсы, запускающие мультивибратор, имели отрицательную полярность и максимальную длительность вне зависимости от того, какую амплитуду, полярность и форму будет иметь измеряемый сигнал, в триггере установлен переключающий диод $Д_1$. Он предотвращает также преждевременное возвращение ждущего мультивибратора в исходное состояние под воздействием положительного фронта запускающего импульса. Этот диод работает следующим образом. Как только триггер срабатывает и лавинообразный процесс в нем начинает развиваться, на резисторе R_{14} начинает падать все большее напряжение. Когда оно дойдет до 18 *в*, диод откроется, и напряжение на резисторе R_{14} сразу же уменьшится практически до нуля, вследствие чего транзистор T_4 принудительно возвратится в исходное состояние. В результате паузы между импульсами на коллекторе T_4, запускающими мультивибратор, будут составлять 5—7 *мсек* при любой частоте импульсов. Длительность пауз зависит от емкости конденсатора C_6.

Один из транзисторов ждущего мультивибратора T_5 типа *n-p-n*, а другой T_6 — типа *p-n-p*. Время восстановления мультивибратора, собранного по выбранной схеме с такими транзисторами, очень мало (1—2 *мсек*), что является его несомненным достоинством. Такое короткое время восстановления является следствием разряда времязадающих конденсаторов C_{10}—C_{12} через открытый коллекторный переход транзистора T_5 и переход база — эмиттер транзистора T_6, которые имеют малое сопротивление. Кроме того, такой мультивибратор позволяет получить импульсы большой скважности.

В каждом поддиапазоне измерения частот ждущий мультивибратор вырабатывает калиброванные импульсы определенной длительности, которая зависит от емкостей конденсаторов C_{10}—C_{12} и равна примерно половине периода наивысшей частоты каждого поддиапазона.

С выхода мультивибратора импульсы, калиброванные по длительности и амплитуде, подаются на стрелочный прибор $ИП_1$. Резистор R_{22} — ограничительный, а конденсатор C_9 препятствует колебаниям стрелки $ИП_1$ при измерениях низких частот. Остаточное напряжение, имеющееся между коллектором и эмиттером открытого транзистора T_5, создает в цепи $ИП_1$ начальный ток, увеличивающий погрешность измерений в начале шкалы $ИП_1$ до 5%. Это напряжение компенсируется противоположным по знаку отрицательным смещением, которое подается на $ИП_1$ со специального выпрямителя на диоде $Д_2$. Выходное напряжение выпрямителя стабилизировано кремниевым стабилитроном $Д_3$. Необходимую величину напряжения смещения можно подобрать при помощи потенциометра R_{26}.

Показания стрелочного прибора частотомера в любой момент можно уточнить, откалибровав его шкалу. Базой для калибровки выбрана удвоенная частота сети переменного тока, питающей частотомер. Как показала соответствующая проверка, в централизованных сетях электростанций отклонения от основной частоты сети не превышают $\pm 1\%$. Таким образом, погрешность при калибровке по удвоенной частоте сети также не будет больше этой цифры.

Частота сети удваивается в устройстве, собранном на транзисторах T_8 и T_9. Оно работает следующим образом. На сетевом трансформаторе $Тр_1$ намотана обмотка *III*, число витков которой подобрано с таким расчетом, чтобы при номинальном напряжении питающей сети амплитудное значение напряжения на этой обмотке составляло 1 *в*. Обмотка через резистор R_{23} и конденсатор C_{14} присоединена

к базе транзистора T_8, работающего в качестве усилителя-ограничителя. На коллекторе этого транзистора выделяется прямоугольный сигнал частотой 50 *гц*, который далее подается на дифференцирующие цепи $C_{18}R_{30}$ и $C_{17}R_{31}$, а также на диод $Д_{10}$ и переход база—эмиттер транзистора T_9. Диод $Д_{10}$ гасит положительные выбросы сигнала, продифференцированного цепью $C_{18}R_{30}$. В сигнале, продифференцированном цепью $C_{17}R_{31}$, гасятся отрицательные выбросы, причем роль диода, осуществляющего гашение, играет эмиттерно-базовый переход транзистора T_9. Фаза остающихся при этом положительных импульсов переворачивается на 180° в каскаде на транзисторе T_9. Полученные импульсы отрицательной полярности подаются через резистор R_{33} и диод $Д_{11}$ на правый (по схеме) контакт переключателя $B_{1а}$ *Калибровка*. В промежутках между ними на этот же контакт через диод $Д_{10}$ поступают отрицательные импульсы, оставшиеся после гашения положительных выбросов сигнала, продифференцированного в цепи $C_{18}R_{30}$. В результате частота следования импульсов на указанном выше контакте $B_{1а}$ будет равна 100 *гц*, т. е. удвоенной частоте сети. Когда необходимо откалибровать шкалу частотомера, эти импульсы через $B_{1а}$ подаются на его вход. Стрелку прибора $ИП_1$ устанавливают на отметку 100 *гц*, вращая движок переменного резистора R_{20}.

Детали частотомера размещены на двух платах размерами 150×110 *мм* из гетинакса толщиной 2 *мм* так, как это показано на рис. 5-8 и 5-9. Стрелочный прибор (микроамперметр М24 чувствительностью от 100 до 500 *мка*), переключатели B_1 и B_2, переменный резистор R_{20}, входные зажимы, выключатель B_4 и индикаторная лампа $Л_1$ расположены на вертикальной передней панели, сделанной из дюралюминия толщиной 2 *мм*. Прибор заключен в кожух размерами 135×185×90 *мм* из дюралюминия толщиной 1 *мм*. Монтаж деталей на платах сделан при помощи отрезков проволоки, просунутых в отверстия, просверленные в надлежащих местах. С одной стороны платы к этим отрезкам припаяны детали, а с другой — соединительные проводники.

Коэффициент $B_{ст}$ транзисторов, примененных в частотомере (за исключением П214), должен быть не менее 30. Транзисторы МП21В можно заменить МП39А или МП39Б, а МП37Б — МП38А или МП38Б. Взамен указанных на схеме диодов $Д_2$, $Д_{10}$, $Д_{11}$ могут быть использованы диоды *Д2* или *Д9* с любым буквенным индексом. Напряжение переключения диода $Д_1$ типа Д228А должно лежать в пределах 15—19 *в*.

Сердечник силового трансформатора $Тр_1$ собран из стальных пластин Ш12, толщина набора 30 *мм*, сборка вперекрышку. Обмотки трансформатора содержат: *I* — 2 120+1 540 витков провода ПЭВ-1 0,15 *мм*; *II* — 353 витка ПЭВ-1 0,25 *мм*; *III* — 17 витков ПЭВ-1 0,15 *мм* и *IV* — 132 витка ПЭВ-1 0,15 *мм*.

Для налаживания частотомера необходимы звуковой генератор с диапазоном частот не меньшим, чем диапазон частотомера, осциллограф и авометр любых типов.

Тщательно проверив монтаж, начинают налаживание с удвоителя частоты. При правильной сборке он начинает работать сразу. Сначала нужно проверить, какие сигналы имеются в точке соединения диодов $Д_{10}$ и $Д_{11}$. Для этого к ней подключают вход *Y* осциллографа. Если удвоитель работает нормально, на экране электронно-лучевой трубки должны быть видны узкие отрицательные импульсы с примерно одинаковыми амплитудами и частотой следования 100 *гц*.

к $B_{1б}, R_{22}$ к $C_{10} C_{12}$

R_6 R_7 R_8 R_{10} R_{14} R_{15}

R_4 R_1 T_1 R_{19} R_{17} C_8 R_3 C_2 C_3 C_4 T_3 C_5 C_6 C_7 T_5 R_{18} T_6 C_1 R_5 R_{16} $Д_1$ T_2 R_9 R_{11} T_4 R_{13}

к B_{1a}

R_{33} R_{29} R_{28} C_{17} C_{18} R_{32} $Д_{11}$ T_9 C_{14} T_8 R_{30} R_{31} R_{34} $Д_{10}$ R_{23}

К выводу сило-
вого т-ра на плате 2

+20в −20в к B_{1a}

Рис. 5-8 Монтажная плата частотомера и удвоителя частоты питающей сети.

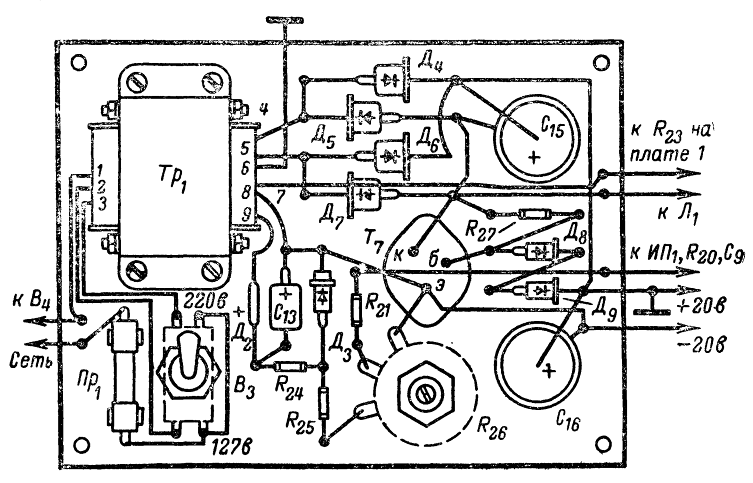


Рис. 5-9. Монтажная плата блока питания.

Когда один из диодов ($Д_{10}$ или $Д_{11}$) будет отсоединен, количество импульсов должно уменьшиться в 2 раза, что означает понижение частоты следования импульсов до 50 *гц*. Если амплитуда каждого последующего импульса резко отличается от амплитуды предыдущего, необходимо, подбирая резистор R_{33}, добиться равенства их

Отрегулировав удвоитель частоты, приступают к налаживанию самого частотомера, при этом переключатель $В_1$ должен находиться в положении *Калибровка*. Вначале по наличию показаний микроамперметра $ИП_1$ проверяют исправность всех каскадов частотомера. Если стрелка микроамперметра остается на нуле, вновь проверяют весь монтаж, исправность деталей, измеряют режимы транзисторов по постоянному току (без входного сигнала) и контролируют при помощи осциллографа форму импульсов, подавая на вход частотомера напряжение частотой 20 *кгц* и величиной 2 *в*. Две последние контрольные операции проводят в тех точках. где режимы и формы импульсов указаны на принципиальной схеме

Затем подключают вход Y осциллографа к коллектору транзистора $Т_6$. Если частотомер работает нормально, на экране электронно-лучевой трубки должны быть видны прямоугольные импульсы правильной формы. Проверив форму импульсов, отсоединяют конденсатор $С_1$ от переключателя $В_{1а}$ и подключают его к положительному полюсу источника питания (это необходимо для предотвращения наводок на вход эмиттерного повторителя). Если после этого микроамперметр $ИП_1$ будет давать какие-либо показания, устанавливают его стрелку точно на нулевое деление шкалы при помощи переменного резистора R_{26}. Закончив эту операцию, припаивают вывод $С_1$ обратно к переключателю $В_{1а}$. Если после восстановления правильного соединения $С_1$ при среднем положении движка переменного резистора R_{20} стрелка микроамперметра $ИП_1$ не находится точно на среднем делении шкалы (отметка 100 *гц*), необходимо, подбирая сопротивление резистора R_{22}, установить стрелку на это давление.

Далее регулируют положение стрелки микроамперметра на *II* и *III* поддиапазонах (частоты 1 и 10 *кгц*). Для этого ко входу частотомера подключают звуковой генератор и подают от него сигнал частотой 1 *кгц* (10 *кгц*) и амплитудой 1—2 *в*. Не трогая ручку переменного резистора R_{20}, подбирают такой конденсатор $С_{11}$ ($С_{10}$), с которым стрелка микроамперметра будет устанавливаться точно на то же самое среднее деление, что и при регулировке *I* поддиапазона. Этим будет обеспечена общая шкала всех трех поддиапазонов частотомера с кратностью $\times 1$, $\times 10$ и $\times 100$. Так как эта шкала линейна, дальнейшую градуировку частотомера можно не делать, а пользоваться шкалой микроамперметра, соответственно переоценив имеющиеся на ней деления.

Так как шкала частотомера общая для всех трех поддиапазонов, после описанной выше подгонки во время эксплуатации он калибруется только на первом поддиапазоне. Ввиду этого при установке переключателя $В_1$ в положение *Калибровка* его секция $В_{1б}$ автоматически переключает частотомер на *I* поддиапазон вне зависимости от того, в каком положении находится переключатель $В_2$.

ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЕ И АВТОМАТИКА

Электронные экзаменаторы

Среди технических средств программированного обучения, внедряемого в школах, средних и высших учебных заведениях, много разнообразных обучающих машин, сконструированных радиолюбителями.

Наиболее простыми, с технической точки зрения, и в то же время эффективными обучающими машинами являются электронные экзаменаторы, которые без каких-либо переделок могут использоваться в качестве репетиторов.

«Сибиряк» ЭЭ-II-М4

Этому электронному экзаменатору, сконструированному преподавателями и учащимися Омского техникума имени Жуковского, в 1966 г. на ВДНХ СССР была присуждена бронзовая медаль.

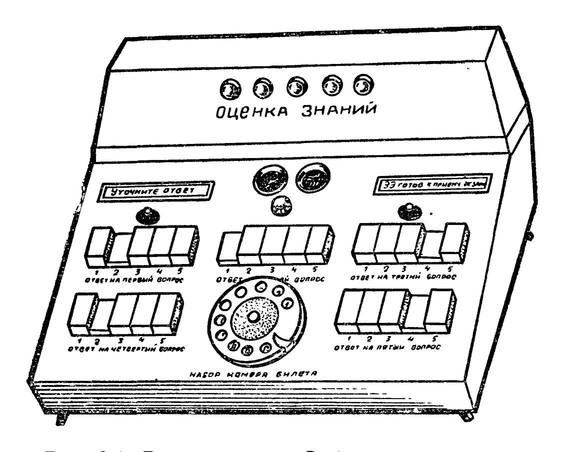


Рис. 6-1. Внешний вид «Сибиряка».

Машина «Сибиряк» модели ЭЭ-II-М4 предназначена для подготовки учащихся к зачетам и экзаменам, проведения коллоквиумов перед лабораторными работами, проверки контрольных работ, самоконтроля знаний в процессе самостоятельной работы учащихся, закрепления изложенного нового материала и работы с программированным пособием. Машина может широко использоваться на производстве для обучения и проверки знаний рабочих массовых профессий по технике безопасности и технической эксплуатации оборудования.

Внешний вид машины «Сибиряк» показан на рис. 6-1, а ее блок-схема — на рис. 6-2 (*1* — номеронабиратель для набора номера конт-

рольного билета; *2* — цифровое табло контроля набранного номера контрольного билета; *3* — реле времени для приведения машины в исходное начальное состояние; *4* — световое табло, сигнализирующее о готовности машины к приему экзамена; *5* — блок программирования ответов; *6* — пять групп клавишных переключателей набора шифров ответов, вводимых учащимся в машину; *7* — блок анализа ответов; *8* — световое табло оценки знаний).

Принципиальная электрическая схема «Сибиряка» приведена на рис. 6-3. Машина питается от сети переменного тока напряжением 220 или 127 *в*, потребляя мощность около 80 *вт*. Двухполупериодный выпрямитель на диодах $Д_1$—$Д_4$, рассчитанный на напряжение 24 *в*

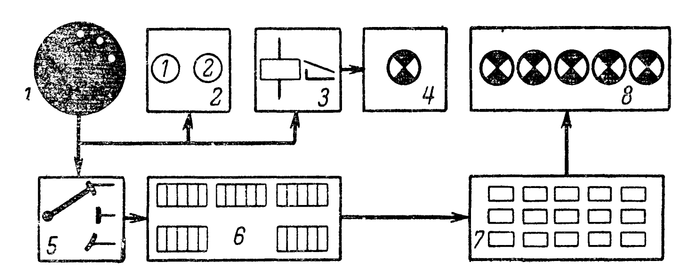


Рис. 6-2. Блок-схема «Сибиряка».

и ток 2 *а*, питает обмотки шагового искателя $ШИ_1$ и электромагнитных реле P_1—P_9, а также лампочки $Л_1$—$Л_5$ светового табло *Оценка знаний* и сигнальные лампочки $Л_6$—$Л_8$. Напряжение на лампочки $Л_1$—$Л_5$ подается (при правильных ответах) через соответствующие им контактные поля $ШИ_1^1$—$ШИ_1^5$ шагового искателя $ШИ_1$, штепсельные разъемы $ШР_1$—$ШР_5$ и клавишные переключатели B_3—B_{27}. Пульсации тока выпрямителя сглаживаются электролитическим конденсатором C_3 большой емкости. Лампа $Л_9$ реле времени для приведения машины в исходное состояние питается от однопериодного выпрямителя на диоде $Д_5$, а индикаторные цифровые лампы $Л_{10}$ и $Л_{11}$ — от однополупериодного выпрямителя на диоде $Д_6$.

Емкость кодирующего устройства машины — 125 вопросов на 625 вариантов кодирования с последующей перекодировкой; кодирование автоматическое; число одновременно задаваемых вопросов — пять; ввод ответов выборочный; режимов работы машины — два: *Экзаменатор* и *Репетитор*. Перевод машины из одного режима в другой осуществляется переключателем B_2.

Машина рассчитана для поочередной работы с 25 контрольными билетами по пять вопросов в билете (рис. 6-4). На каждый вопрос допускается пять вариантов программирования ответов с последующей возможностью перекодировки путем перестановки местами кодировочных вилок *1*—*5* штепсельных разъемов (установлены внутри корпуса машины). Возможное общее число программ (до 2 000) зависит от вариантов перестановки вилок штепсельных разъемов.

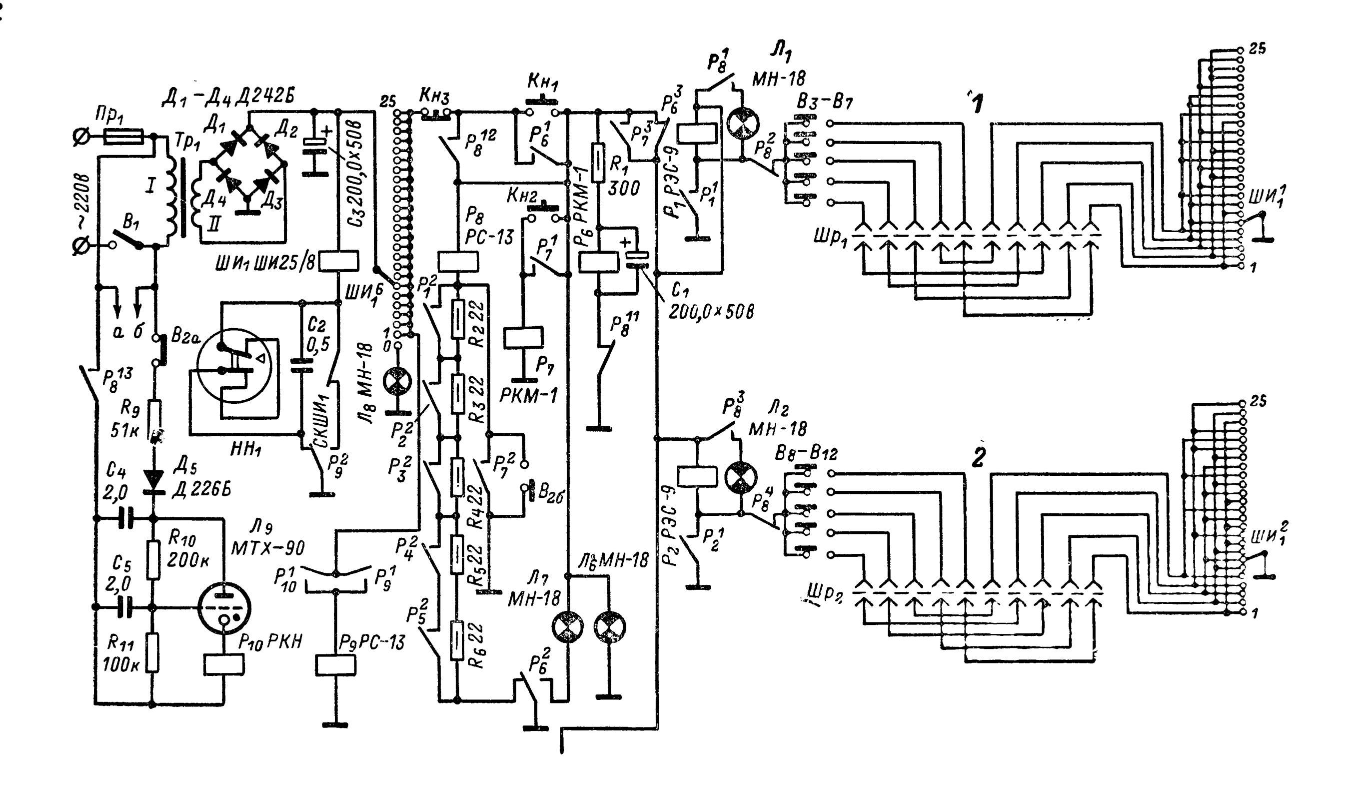
Порядок работы с машиной следующий. Отвечающий, изучив билет и выбрав цифры кодов ответов, которые он считает правильными (по билету, показанному на рис. 6-4, правильными будут *2*, *1*,

4, *2* и *4*), должен нажать соответствующие клавиши переключателей и номеронабирателем набрать номер контрольного билета. При этом начинают светиться цифры индикаторных ламп $Л_{10}$ и $Л_{11}$, уточняя набранный номер контрольного билета. После этого отвечающий нажимает кнопку $Кн_1$, и если все пять ответов правильные, то на табло *Оценка знаний* загораются и светятся 5—7 *сек* все его пять лампочек. Если правильных ответов на вопросы данного билета меньше, например, четыре, то и число лампочек, светящихся на табло *Оценка знаний*, тоже будет четыре.

Разберем несколько подробнее функции отдельных цепей и деталей машины при работе в режиме *Экзаменатор* (контакты переключателя $В_{2а}$ замкнуты, $В_{2б}$ — разомкнуты). При расположении контактной щетки $ШИ_1^6$ шагового искателя на контакте 0, что соответствует исходному состоянию машины, загорается лампочка $Л_8$ светового табло *«ЭЭ готов к приему экзамена»*. Допустим, что экзаменуемый отвечает на вопросы контрольного билета № 7 (рис. 6-4). В соответствии с кодом правильных ответов надо нажать (по принципиальной схеме) клавиши переключателей $В_4$, $В_8$, $В_{16}$, $В_{19}$ и $В_{26}$, номеронабирателем $НН_1$ набрать номер контрольного программированного билета. Если теперь нажать кратковременно кнопку $Кн_1$, то обмотки реле $Р_1$—$Р_5$, входящих в блок анализа ответов, через нормально замкнутые контакты $Р_6^3$, $Р_8^2$, $Р_8^4$, $Р_8^6$, $Р_8^8$ и $Р_8^{10}$ реле $Р_6$ и $Р_8$, замкнутые контакты переключателей нажатых клавишей, штепсельные разъемы $ШР_1$—$ШР_5$ и контакты полей $ШИ_1^1$—$ШИ_1^5$ шагового искателя окажутся подключенными к выпрямителю. Реле $Р_1$—$Р_5$ при этом срабатывают и самоблокируются контактами $Р_1^1$, $Р_2^1$, $Р_3^1$, $Р_4^1$ и $Р_5^1$ на «заземленный» проводник питания, а контактами $Р_1^2$, $Р_2^2$, $Р_3^2$, $Р_4^2$ и $Р_5^2$ замыкают накоротко резисторы $Р_2$—$Р_6$ в цепи питания обмотки реле $Р_8$. Реле $Р_8$ срабатывает, контактами $Р_8^{12}$ блокирует себя и кнопку $Кн_1$, контактами $Р_8^1$, $Р_8^3$, $Р_8^5$, $Р_8^7$ и $Р_8^9$ подключает лампочки $Л_1$—$Л_5$ табло *Оценка знаний* к выпрямителю (параллельно обмоткам реле $Р_1$—$Р_5$), а размыкающимися контактами $Р_8^2$, $Р_8^4$, $Р_8^6$, $Р_8^8$ и $Р_8^{10}$ отключает от лампочек цепи программирования ответов. Вместе с лампочками табло *Оценка знаний* включается и лампочка $Л_6$, сигнализирующая о работе машины в режиме *Экзаменатор*. Одновременно реле $Р_8$ контактами $Р_8^{13}$ замыкает цепь питания реле времени на лампе $Л_9$. А через 5—7 *сек* срабатывает реле $Р_{10}$, при этом оно контактами $Р_{10}^1$ включает реле $Р_9$, которое самоблокируется контактами $Р_9^1$, а переключившимся контактом $Р_9^2$ через контакт $СКШИ_1$ подает на обмотку шагового искателя питание и вводит его в нулевую позицию. Шаговый искатель при этом обесточивает обмотки всех ранее сработавших электромагнитных реле и включает лампочку $Л_8$, сигнализирующую о готовности машины к приему следующего экзамена.

Длительность выдержки реле времени определяется сопротивлением резистора R_{10} и емкостью конденсатора $С_5$ в цепи управляющего электрода лампы $Л_9$.

Если учащимся допущена механическая ошибка или он правильно ответил лишь на один-два вопроса, то после нажатия кнопки $Кн_1$ реле $Р_8$, включающее лампочки табло *Оценка знаний*, не сработает


Пр1
~220в
Тр1
I
II
В1
Д1 - Д4 Д242Б
Д1
Д2
Д3
Д4
С3 200,0×50в
ШИ1 ШИ25/8
ШИ$_1^6$
С2
0,5
СКШИ1
НН1
а
б
В2а
Р$_8^{13}$
R9
51к
Д5
Д 226Б
С4
2,0
С5
2,0
R10
200к
R11
100к
Л9
МТХ-90
Р10 РКН
Р$_{10}^1$
Р$_9^1$
Р$_9^2$
Р9 РС-13
Л8 МН-18
25
1
0
Кн3
Р$_8^{12}$
Р8
РС-13
Р$_1^2$
Р$_2^2$
Р$_3^2$
Р$_4^2$
Р$_5^2$
R2 22
R3 22
R4 22
R5 22
R6 22
Кн1
Кн2
Р$_6^1$
Р$_7^1$
Р7
РКМ-1
Р$_7^2$
В2б
Р$_6^2$
Л7
МН-18
Л6 МН-18
Р6 РКМ-1
R1
300
С1
200,0×50в
Р$_8^{11}$
Р$_6^3$
Р$_7^3$
Р1 РЭС-9
Р$_1^1$
Р$_8^1$
Л1
МН-18
Р$_8^2$
В3-В7
1
Шр1
ШИ$_1^1$
25
1
Р2 РЭС-9
Р$_2^1$
Р$_8^3$
Л2
МН-18
Р$_8^4$
В8-В12
2
Шр2
ШИ$_1^2$
25
1

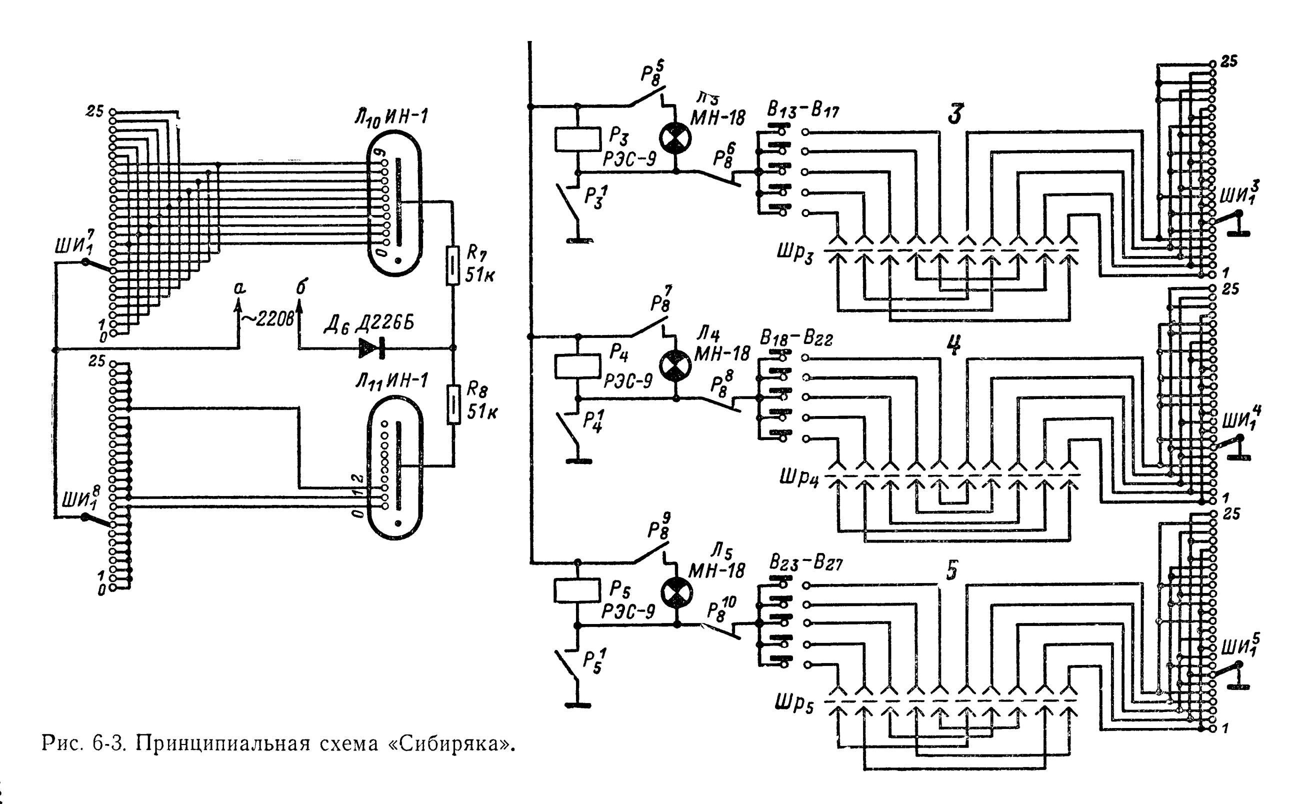


Рис. 6-3. Принципиальная схема «Сибиряка».

Билет №7

№	Рассчитать общее сопротивление цепи	Ответы (в омах)	Код
I	$R_1 = 40$ ом, $R_2 = 40$ ом, $R_3 = 40$ ом	103,4 60 12,4 15 18	1 2 3 4 5
II	R каждой лампы 300 ом	400 ≈19 50 100 320	1 2 3 4 5
III	$R_1 = 100$ ом, $R_2 = 100$ ом, $R_3 = 200$ ом	27 180 10 100 80	1 2 3 4 5
IV	10 ом, 10 ом, 80 ом	50 ≈19 60 80 100	1 2 3 4 5
V	R каждой лампы 40 ом; R = 120 ом	27 180 50 60 75	1 2 3 4 5

Рис. 6-4. Образец контрольного билета.

из-за значительного падения напряжения на тех из резисторов R_2—R_6, которые из-за неправильных ответов окажутся не замкнутыми контактами P_1^2—P_5^2 реле P_1—P_5. В этом случае срабатывает реле P_6 (резистор R_1 и конденсатор C_1 замедляют срабатывание реле на несколько миллисекунд), которое контактами P_6^1 блокирует кнопку $Кн_1$, контактами P_6^3 разрывает цепь питания обмоток реле P_1—P_5 и лампочек $Л_1$—$Л_5$, а переключившимся контактом P_6^2 включает лампочку $Л_7$ табло *Уточните ответ*. После уточнения ответов учащийся должен нажать кнопку $Кн_2$. При этом сработает реле R_7, которое кон-

тактами P_7^1 самозаблокируется, контактами P_7^3 замкнет цепь питания реле P_1—P_5, а контактами P_7^2, замкнув накоротко резисторы R_2—R_6, замкнет цепь питания реле P_8. После срабатывания реле P_8 машина выдает оценку знаний и через 5—7 *сек*, как и в первом случае, автоматически приводится в исходное состояние.

В «Сибиряке» исключена возможность исправления ответа в то время, когда на световом табло зафиксирована оценка знаний. Объясняется это тем, что при срабатывании реле P_8 и включении лампочек табло *Оценка знаний* контакты P_8^2, P_8^4, P_8^6, P_8^8 и P_8^{10} этого реле разрывают цепи ввода в машину кодированных ответов. Ответ можно исправить, только повторив его.

При работе машины в режиме *Репетитор* (контакты $B_{2а}$ разомкнуты, $B_{2б}$ замкнуты) цепь питания реле P_{10} реле выдержки времени и автоматического возврата шагового искателя в нулевую позицию разорваны, а напряжение на обмотку реле P_8 подается в обход резисторов R_2—R_6 (через замкнутые контакты $B_{2б}$). При нажатии кнопки $Кн_1$ сразу же загорается лампочка $Л_6$, срабатывает реле P_8 и на табло *Оценка знаний* включаются лампочки, только соответствующие правильным ответам. Лампочка $Л_7$ табло *Уточните ответ* не включается, так как контакты P_8^{11} реле P_8 разрывают цепь питания реле P_6 прежде, чем оно могло бы сработать.

В этом режиме работы машины лампочки табло *Оценка знаний* горят до тех пор, пока не будет обесточена обмотка реле P_8. Чтобы реле обесточить и тем самым снять оценку, достаточно нажать кнопку $Кн_3$ *Сброс оценки*, находящуюся на дне корпуса машины. Смену программы машины производят номеронабирателем после нажатия кнопки $Кн_3$.

Конструктивно электронный экзаменатор-репетитор «Сибиряк» выполнен в виде настольной конструкции (рис. 6-1) с наклонной лицевой панелью, на которой размещены основные органы управления. Выключатель питания B_1, переключатель B_2 режимов *Экзаменатор — репетитор* и плавкий предохранитель $Пр_1$ находятся на задней стенке корпуса. Отверстия для лампочек $Л_1$—$Л_5$ табло *Оценка знаний* и лампочки $Л_6$, сигнализирующей о работе машины в режиме *Экзаменатор*, прикрыты цветными прозрачными колпачками. Надписи на табло *ЭЭ готов к приему экзамена* и *Уточните ответ* освещаются лампочками $Л_8$ и $Л_7$ изнутри корпуса.

В машине используются: номеронабиратель $НН_1$ телефонного типа; шаговый искатель $ШИ_1$ — типа ШИ-25/8 на напряжение постоянного тока 24 *в*; реле P_1—P_5 — типа РЭС-9 с двумя группами нормально разомкнутых контактов; P_6 — РКМ-1 с нормально разомкнутыми, перекидным и нормально замкнутыми контактами; P_7 — РКМ-1 с тремя группами нормально разомкнутых контактов; P_8 — РС-13 с семью группами нормально разомкнутых и шестью группами нормально замкнутых контактов; P_9 — РС-13 с одной группой нормально разомкнутых и одной группой перекидных контактов; P_{10} — РКН с одной группой нормально разомкнутых контактов. Все электромагнитные реле должны надежно срабатывать при напряжении 20—24 *в*. Сигнальные лампы $Л_1$—$Л_8$ — типа МН-18. Диоды Д242Б выпрямителя можно заменить любыми другими плоскостными диодами, рассчитанными на прямой ток не менее 2 *а* и обратное напряжение не менее 50 *в*. Цифровые индикаторные лампы ИН-1 ($Л_{10}$, $Л_{11}$) можно заменить аналогичными лампами типа ИН-4. Для кодирова-

ния ответов, вводимых в машину, используются десятиконтактные штепсельные разъемы; контакты вилки каждого разъема соединены попарно по заранее разработанной схеме.

Для «Сибиряка» был разработан специальный блок клавишных переключателей, позволяющий включать только одну контактную группу. Его можно заменить переключателем от телевизора «Темп-6».

Силовой трансформатор $Тр_1$ намотан на сердечнике из пластин Ш20, толщина набора 42 *мм*. Первичная обмотка *I* содержит 1 426 витков провода ПЭЛ 0,38, вторичная *II* — 120 витков провода ПЭЛ 0,8. Для сети напряжением 127 *в* первичная обмотка должна содержать 762 витка провода ПЭЛ или ПЭВ-1 диаметром около 0,5 *мм*. Кнопки $Кн_1$—$Кн_3$, выключатель питания $В_1$ и переключатель $В_2$ режимов работы могут быть любыми.

Экзаменатор на тиратронах МТХ-90

Этот электронный экзаменатор сконструирован в радиокружке одной из школ Московской области под руководством инженера Ю. В. Граблева. Характерной особенностью экзаменатора является то, что в нем функции электронных переключателей, элементов памяти, анализаторов ответов и визуальных индикаторов оценки знаний выполняют тиратроны с холодным катодом МТХ-90. Тиратроны обеспечивают ему достаточно высокую надежность работы и большой срок службы.

Экзаменатор питается непосредственно от сети переменного тока напряжением 220 *в*, потребляя мощность не более 10 *вт*.

Принципиальная схема экзаменатора показана на рис. 6-5. Напряжение от двухполупериодного выпрямителя на диодах $Д_1$—$Д_4$, включенных по мостовой схеме, подается: на аноды ламп $Л_1$—$Л_8$ — через резистор R_{21} и нормально замкнутые контакты кнопки $Кн_{6а}$; на управляющие электроды этих ламп — через кнопки $Кн_1$—$Кн_5$, цепи резисторов R_1—R_{12} и R_{18}—R_{20} и переключатели $В_2$—$В_6$; на аноды ламп $Л_9$—$Л_{13}$ — через резистор R_{23}. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживаются электролитическим конденсатором $С_1$. Анодное напряжение ламп $Л_1$—$Л_8$ дополнительно стабилизируется стабилитроном СГ1П ($Л_{14}$).

Переключатели $В_2$—$В_5$, резисторы R_1—R_{12}, R_{18} и кнопки $Кн_1$—$Кн_5$ ответов (на схеме цифрами *1—5* возле кнопок $Кн_1$—$Кн_5$ и резисторов R_1—R_5 обозначены соединяющие их проводники, свитые в жгут) образуют коммутатор экзаменатора, лампы $Л_1$—$Л_8$ — блок анализа правильных ($Л_5$—$Л_8$) и неправильных ($Л_1$—$Л_4$) ответов, лампы $Л_9$—$Л_{13}$ — кольцевой счетчик. Свечение ламп $Л_1$—$Л_8$ используется для индикации правильных и неправильных ответов, а свечение ламп $Л_9$—$Л_{13}$ — для освещения цифр табло оценки знаний.

Как пользуются экзаменатором?

Учащийся получает контрольный билет с указанием номера варианта задания (например, № 2143). Билет содержит четыре задачи (№ 1—4). На каждую задачу предлагается пять ответов (№ 1—5), один из которых правильный, а остальные четыре неправильные. Учащийся должен установить переключатели $В_2$—$В_5$ в положения, соответствующие номеру варианта задания, переключатель $В_6$ — в положение, соответствующее первой (№ 1) задаче, и нажать ту из кнопок $Кн_1$—$Кн_5$ программированного ответа, который считает пра-

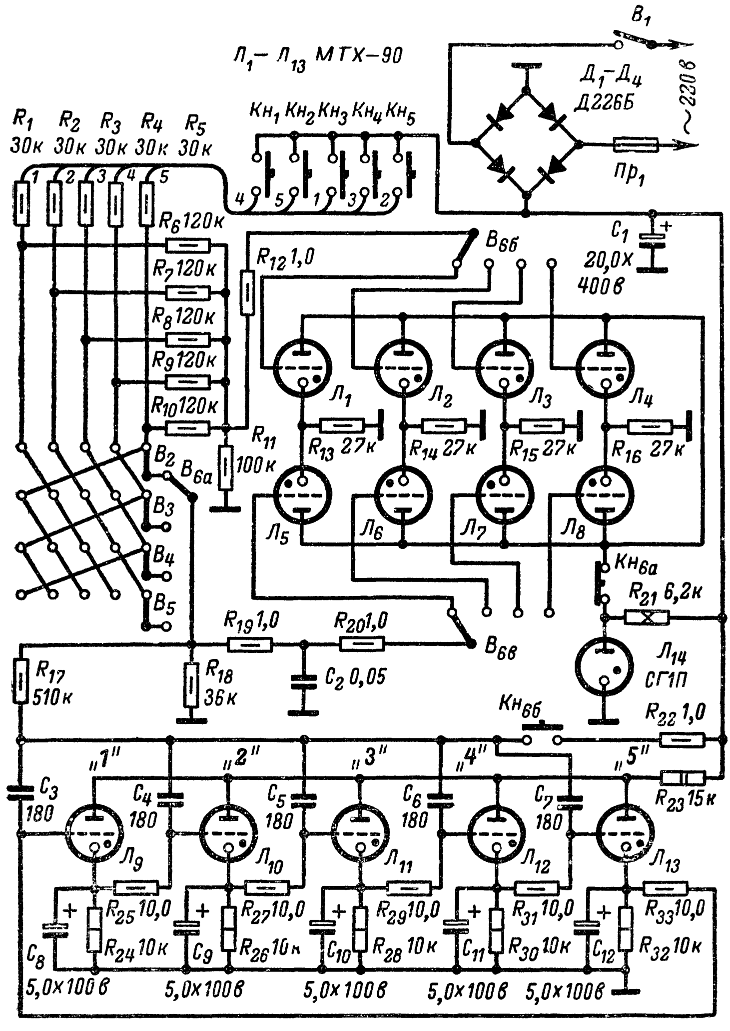


Рис. 6-5. Принципиальная схема экзаменатора на тиратронах МТХ-90.

вильным. Затем он переключатель B_6 устанавливает на цифру номера следующей задачи, нажимает кнопку ответа и т. д. до ответа на последний, четвертый вопрос задания. При каждом правильном ответе на световом табло появляется цифра-оценка на один балл выше предыдущей. Если на все четыре задачи контрольного билета даны правильные ответы, на табло будет светиться цифра *5*.

Благодаря использованию четырех переключателей на пять положений для набора номера варианта задания и одного переключателя на четыре положения для набора номера задачи оказалось возможным при весьма простой коммутации иметь 625 вариантов заданий с четырьмя задачами в каждом, причем ни в одном варианте задания нет повторяющихся комбинаций правильных ответов.

Как работает экзаменатор?

Положения переключателей B_2—B_6, показанные на принципиальной схеме, соответствуют коммутации входных элементов машины для ответа на первый вопрос контрольного билета. Чтобы машина зафиксировала правильный ответ, надо нажать днопку $Кн_2$. В этом случае ток выпрямителя потечет через резистор R_5, контакты переключателей B_2, $B_{6а}$ и далее через резистор R_{18} на общий минус. Напряжение на резисторе R_{18}, образующем с резистором R_5 делитель напряжения, оказывается достаточным для зажигания лампы МТХ-90. Через резисторы R_{19}, R_{20} и переключатель $B_{6в}$ оно подается на управляющий электрод лампы $Л_5$ правильных ответов и зажигает ее.

Напряжение на резисторе R_{11}, образующем с резистором R_{10} цепь, подключенную параллельно резистору R_{18}, недостаточно для зажигания тиратрона, поэтому лампа $Л_1$ неправильных ответов, управляющий электрод которой соединен (через переключатель $B_{6б}$ и резистор R_{12}) с резистором R_{11}, не зажжется.

Если будет нажата любая другая кнопка, то, наоборот, зажжется лампа $Л_1$ неправильного ответа, а лампа $Л_5$ правильного ответа гореть не будет. Допустим, что нажали кнопку $Кн_1$. В этом случае ток течет через резисторы R_4, R_9 и R_{11}, создавая на резисторе R_{11} падение напряжения, достаточное для зажигания лампы $Л_1$. Происходит падение напряжения и на резисторе R_{18}, который теперь оказался подключенным параллельно резистору R_{11} через резистор R_{10}, но оно мало для зажигания лампы $Л_5$ правильного ответа.

А если после кнопки неправильного ответа нажать кнопку правильного ответа? Напряжение горения ламп МТХ-90 составляет 50—60 *в*. Следовательно, все остальное напряжение (более 100 *в*) анодной цепи зажженной лампы падает на катодном резисторе (для лампы $Л_1$ — резистор R_{13}) и оказывается приложенным к катоду лампы $Л_5$. Таким образом, если после того как зажжется лампа $Л_1$ неправильного ответа, будет нажата кнопка правильного ответа, лампа $Л_5$ правильного ответа уже не сможет зажечься. Тем самым исключается возможность подбора правильного ответа. При одновременном же нажатии двух или более кнопок подача поджигающего напряжения на управляющий электрод лампы правильного ответа $Л_5$ благодаря наличию конденсатора C_2 задерживается на время, достаточное для зажигания лампы неправильного ответа $Л_1$, а после зажигания лампы $Л_1$ лампа $Л_5$ загореться уже не может.

Точно так работает машина при ответах на другие три вопроса контрольного билета. Только в блоке анализа ответов зажигаются другие лампы МТХ-90 — соответствующие положениям контактов секций переключателя B_6.

В исходное рабочее состояние экзаменатор приводят нажатием спаренной кнопки $Кн_6$ *Сброс*. При этом контакты $Кн_{6а}$ разрывают анодную цепь ламп $Л_1$—$Л_8$ и они гаснут, а через контакты $Кн_{6б}$ подается на кольцевой счетчик импульс высокого напряжения, зажигающего одну из ламп $Л_9$—$Л_{13}$ табло оценки ответов. Экзаменатор готов к работе, как только зажжется лампа $Л_9$ и на табло появится цифра *1*. При каждом правильном ответе на вопросы контрольного

билета с резистора R_{18} на кольцевой счетчик подаются импульсы напряжения, зажигающие очередные лампы счетчика и на табло появляются оценки ответов на один балл выше предыдущих.

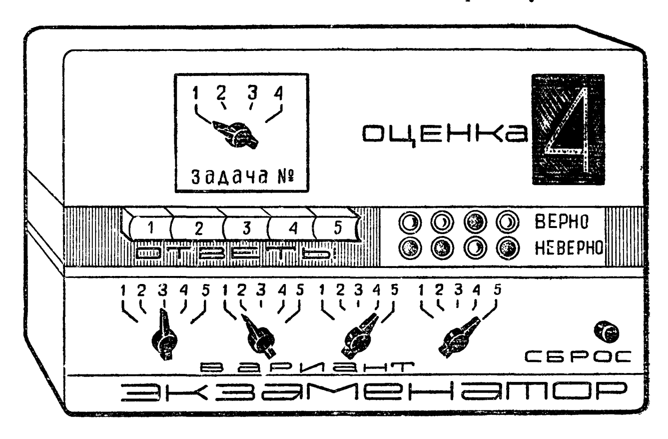


Рис. 6-6. Внешний вид экзаменатора.

Конструктивно экзаменатор выполнен в виде настольного прибора (рис. 6-6), на лицевой панели которого расположены переключатели установки номера варианта задания и номера задачи контрольного билета, «глазки» индикаторных ламп правильных и неправильных ответов, табло оценки знаний, кнопки ответов и *Сброса*. Все кнопки с возвратом. Они могут быть как готовыми, так и самодельными. Переключатели галетного типа. Лампы МТХ-90 надо подобрать с возможно близкими напряжениями зажигания при одинаковых анодных напряжениях. Данные резисторов и конденсаторов указаны на принципиальной схеме.

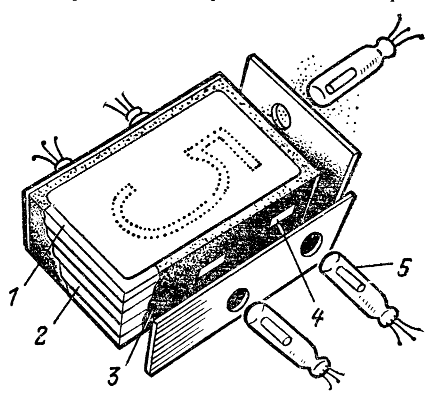


Рис. 6-7. Устройство светового табло оценки знаний.

Устройство светового табло оценки ответов показано на рис. 6-7. Оно состоит из пяти пластин *2* прозрачного органического стекла толщиной 1,5—2 *мм*, в каждой из которых по контуру цифр табло (*1*...*5*) тонким сверлом сделаны углубления, и ламп *5* кольцевого счетчика ($Л_9$—$Л_{13}$), освещающих пластины с торцов. Между пластинами в виде рамки сделаны прокладки *1* из непрозрачной бумаги толщиной 0,3—0,5 *мм*, а весь набор пластин заключен в черную бумагу, в которой точно

против пластин прорезаны «окошки» *4* для подсвета лампами. Когда какая-то из ламп горит, то цифра соответствующей ей пластины ярко светится, в то время как поле табло остается темным.

В таком табло каждая из его пластин должна освещаться только соответствующей лампой кольцевого счетчика без подсветки соседних пластин, иначе ухудшится четкость цифр оценки ответов.

В связи с использованием в экзаменаторе бестрансформаторного выпрямителя особое внимание следует уделить тщательной изоляции токопроводящих деталей, доступных для прикосновения и могущих оказаться под напряжением. Корпус кнопки и ручки переключателей экзаменатора обязательно должны быть выполнены из изоляционных материалов.

Аппаратура радиоуправления моделями

Описываемый комплект аппаратуры, разработанный под руководством Н. Н. Путятина юными радиоконструкторами Московского ордена Трудового Красного знамени Дворца пионеров и школьников, состоит из двухкомандного передатчика и приемника и предназначается в основном для радиоуправления авиационными моделями. Но его с таким же успехом можно использовать для управления по радио моделями автомобилей, тракторов, судов и другими самоходными моделями с бо́льшим числом команд.

Следует помнить, что **на постройку и эксплуатацию передатчика необходимо иметь соответствующее разрешение Инспекции электросвязи, которое оформляется через местный радиоклуб ДОСААФ.**

Передатчик. Передатчик может быть настроен на несущую частоту 27,12 *Мгц* или в участке диапазона частот 28,0—28,2 *Мгц*, отведенных для любительского радиоуправления моделями. Максимальная выходная мощность передатчика в антенне при модуляции командного сигнала достигает 180—200 *мвт*, что позволяет управлять моделью в наземных условиях на расстоянии до 1—1,5 *км*, в воздухе — до 2,5—3 *км*.

Амплитудная модуляция несущей частоты передатчика осуществляется колебаниями двух звуковых частот, соответствующих частотам настройки избирательных ячеек дешифратора приемника. Стабильность несущей частоты передатчика достаточна для четкой работы приемника со сверхрегенеративным детектором.

Для питания передатчика используются две аккумуляторные батареи 7Д-0,1. Ток, потребляемый передатчиком от батарей, не превышает 60 *ма* при излучении только несущей частоты и 70 *ма* в моменты подачи команды. Емкости таких батарей вполне хватает на все время полета или движения модели по программе соревнований.

Принципиальная схема передатчика изображена на рис. 6-8. Задающий генератор передатчика собран по схеме двухтактного автогенератора на транзисторах T_1 и T_2 типа П416Б. В коллекторные цепи транзисторов включен колебательный контур генератора $L_3C_2C_3$, настройка его на заданную несущую частоту осуществляется подстроечным конденсатором C_2. Питающее напряжение на коллекторы транзисторов подается от батареи $Б_1$ через высокочастотный дроссель $Др_1$ и катушку L_3. Необходимый режим работы транзисторов T_1 и T_2 устанавливают подбором резисторов R_2 и R_3.

Связь контура $L_3C_2C_3$ задающего генератора с антенной передатчика осуществляется с помощью катушки L_2. Катушка L_1 с под-

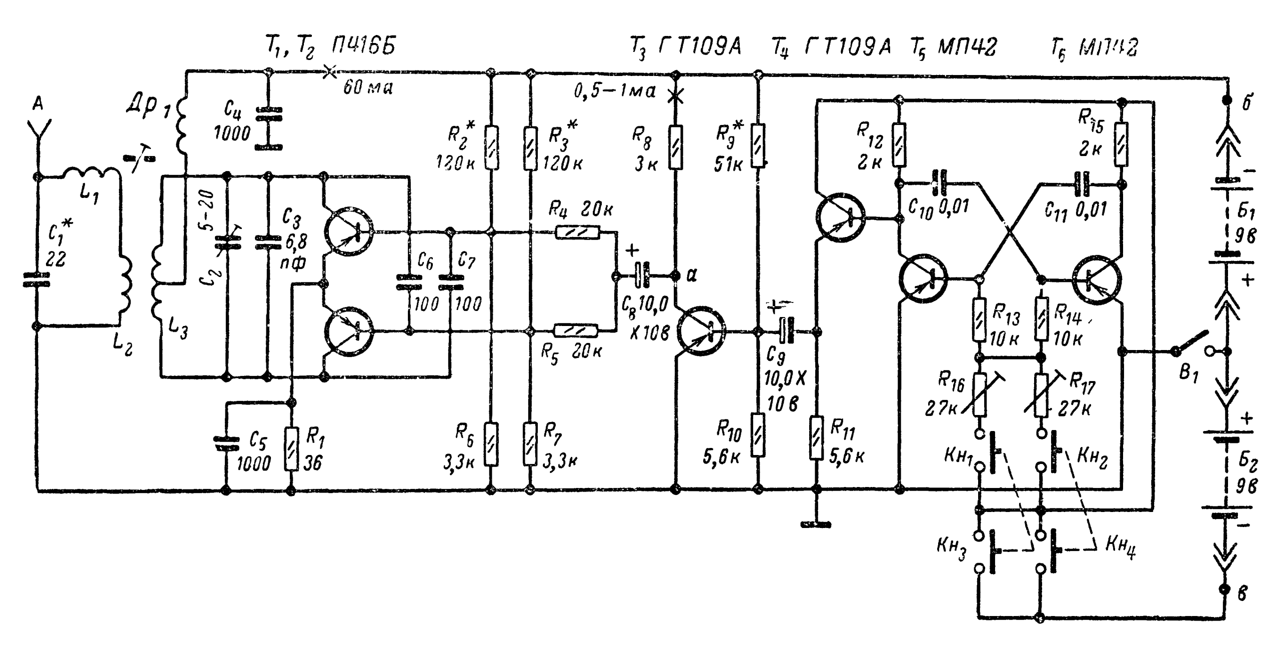


Рис. 6-8. Принципиальная схема двухкомандного передатчика.

строечным сердечником служит для настройки антенны в резонанс с частотой задающего генератора передатчика.

Источником сигналов звуковой частоты, модулирующих несущую частоту передатчика, служит симметричный мультивибратор на транзисторах T_5 и T_6, питающийся от батареи $Б_2$. Мультивибратор включается только тогда, когда одновременно нажаты кнопки $Кн_1$ и $Кн_3$ (первая команда) или кнопки $Кн_2$ и $Кн_4$ (вторая команда). Частоты командных сигналов мультивибратора определяются сопротивлениями переменных резисторов R_{16} и R_{17} в базовых цепях транзисторов T_5 и T_6 и могут изменяться примерно от 2 000 до 7 000 *гц*. Если емкости конденсаторов C_{10} и C_{11} увеличить до 0,05—0,1 *мкф*, то частота колебаний, генерируемых мультивибратором, может быть ниже 2 000 *гц*.

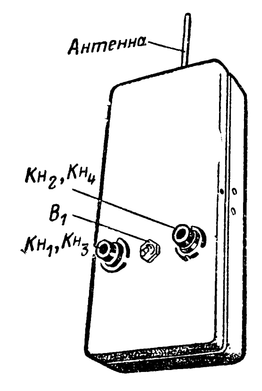


Рис. 6-9. Внешний вид двухкомандного передатчика.

Положения движков подстроечных резисторов R_{16} и R_{17} устанавливают и фиксируют во время налаживания аппаратуры по моментам срабатывания электромагнитных реле ячеек дешифратора приемника.

Транзисторы T_4 и T_3 образуют двухкаскадный усилитель модулятора. Транзистор T_4 включен по схеме с общим коллектором (эмиттерный повторитель) и имеет непосредственную связь с транзистором T_5, что значительно снижает влияние других цепей передатчика на работу мультивибратора. Напряжение модулирующего сигнала с резистора R_{11} через конденсатор связи C_9 поступает на базу транзистора T_3. Усиленное этим транзистором напряжение сигнала с нагрузочного резистора R_8 через конденсатор C_8 и резисторы R_4 и R_5 подается на базы транзисторов T_1 и T_2 задающего генератора передатчика, модулируя его несущую частоту.

Резисторы R_9 и R_{10} образуют делитель, с которого на базу транзистора T_3 подается напряжение смещения.

Число команд, подаваемых передатчиком, может быть увеличено путем введения в мультивибратор дополнительных кнопок и переменных резисторов, аналогичных кнопкам $Кн_1$—$Кн_4$ и резисторам R_{16} и R_{17}.

Питание передатчика можно осуществлять и от одной общей батареи напряжением 9 *в*, составленной, например, из двух батарей 3336Л. В этом случае точки *б* и *в*, обозначенные на схеме, надо соединить. С таким источником питания размеры и масса передатчика увеличатся.

Внешний вид передатчика показан на рис. 6-9. При использовании аккумуляторных батарей 7Д-0,1 корпус передатчика имеет размеры 37×80×175 *мм*. Масса передатчика с такими источниками питания 455 г. Монтажная плата, укрепленная на дне корпуса, выключатель питания и кнопки управления, смонтированные на крышке, соединены между собой отрезками многожильного монтажного провода. Аккумуляторные батареи размещаются в нижней части корпуса.

Если для питания передатчика предполагается использовать батареи 3336Л, то глубина корпуса должна быть не менее 40—50 *мм*. Впрочем, батареи можно также крепить к корпусу снаружи.

На рис. 6-10 показана монтажная плата (*а*) и схема размещения (*б*) деталей на ней. В качестве антенны передатчика используется антенна от транзисторного приемника «Спидола». Резьбовой конец основания антенны ввертывается в гнездо с резьбой М4, укрепленное на верхней стенке корпуса. Роль антенны может также выполнять медная или латунная трубка или пруток диаметром 1,5—2,5 *мм* и длиной 90—100 *см*.

Для катушек L_1 (рис. 6-11, *а*), L_2 и L_3 (рис. 6-11, *б*) использован унифицированный цилиндрический каркас диаметром 7,8 *мм* (каркас

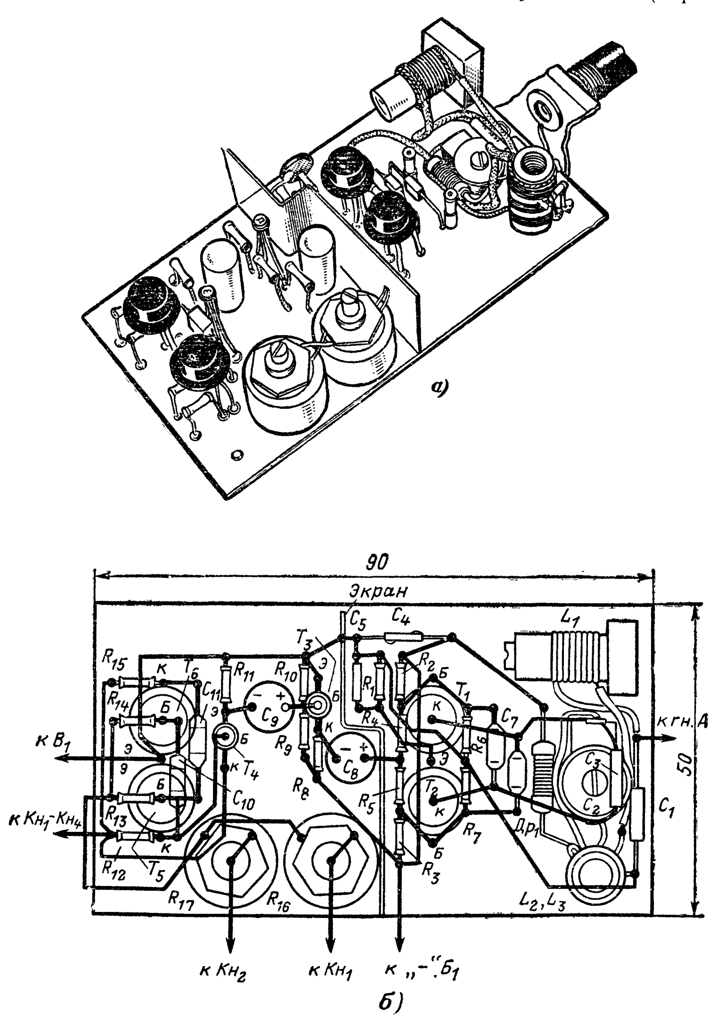


Рис. 6-10. Монтажная плата передатчика.

фильтра ПЧ телевизора «Рубин»), который распилен на две равные части. Катушка L_1 имеет подстроечный сердечник СЦР-1. Намотка катушек однослойная, виток к витку, проводом ПЭВ-1 или ПЭЛ-0,5. Катушка L_1 содержит 10 витков, катушка L_2 — 4 витка, катушка L_3 — 8 витков с отводом от середины (4+4 витка). Катушка L_2 расположена между половинами катушки L_3.

Дроссель $Др_1$ (рис. 6-11, *в*) намотан на резисторе МЛТ-0,5 сопротивлением не менее 1 *Мом* проводом ПЭВ-1 0,1 и содержит 200 витков. Индуктивность дросселя может быть 40—50 *мкгн*.

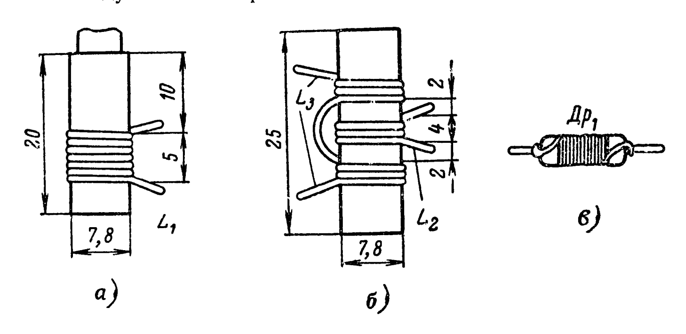


Рис. 6-11. Схема намотки катушек передатчика.

а — катушка L_1; *б* — катушки L_2 и L_3; *в* — дроссель $Др_1$.

Для задающего генератора надо подобрать транзисторы (T_1 и T_2) с близкими по значению коэффициентами усиления $В_{ст}$ и возможно меньшими обратными токами коллекторов $I_{к0}$. Транзисторы П416Б можно заменить другими высокочастотными транзисторами, например, типа П403 или ГТ309 с любым буквенным обозначением, транзисторы ГТ109А — транзисторами МП39—МП42.

Другие детали, использованные в передатчике: постоянные резисторы R_1—R_{15} — типа УЛМ; резисторы R_{16} и R_{17} — типа СПО; электролитические конденсаторы C_8 и C_9 — К50-6, ЭМ или фирмы «Тесла», остальные конденсаторы — КТ, КД, КЛС, КПМ. Выключатель питания B_1 и кнопки $Кн_1$—$Кн_4$ пульта управления могут быть любых конструкций, в том числе самодельными. Для замыкающих контактов самодельных кнопок можно использовать, например, контактные пружины электромагнитных реле.

Все детали задающего генератора и мультивибратора с усилителем смонтированы на гетинаксовой плате размерами 50×90 *мм* толщиной 1,5 *мм*. Монтажными опорами служат пустотелые заклепки (пистоны), запрессованные в отверстия платы. Каркас катушки L_1 должен быть расположен перпендикулярно каркасу катушек L_2 и L_3. Высокочастотный дроссель $Др_1$ припаян непосредственно к отводу катушки L_3, причем его витки должны быть перпендикулярны виткам катушек L_1—L_3. Все соединительные проводники должны быть как можно более короткими. Задающий генератор отделен от мультивибратора с усилителем экраном из белой жести, который имеет контакт с «заземленным» проводником передатчика.

В том случае, если для передатчика будут использоваться немалогабаритные резисторы и конденсаторы, то размеры монтажной

платы и корпуса передатчика придется соответственно увеличить, сохранив, однако, рекомендуемое расположение деталей.

Налаживание передатчика начинают с установления режима работы транзистора T_3 и транзисторов T_1 и T_2. Только после этого приступают к настройке контура задающего генератора и антенны.

Рабочий режим транзистора T_3 устанавливают подбором резистора R_9. На это время резистор R_9 заменяют переменным резистором сопротивлением около 100 *ком*, а между коллектором транзистора (на принципиальной схеме — точка *а*) и «заземленным» проводником через конденсатор емкостью не менее 1 *мкф* включают высокоомные телефоны. Затем, нажав одну из пар кнопок управления мультивибратором ($Кн_1$, $Кн_3$ или $Кн_2$, $Кн_4$), переменным резистором добиваются наибольшей громкости звука в телефонах. Вместо телефонов к выходу транзистора T_3 можно подключить высокоомный вольтметр переменного тока и регулировку производить по наибольшему отклонению стрелки прибора. После этого временный переменный резистор отпаивают, измеряют омметром его сопротивление, при котором был лучший результат, и включают в базовую цепь транзистора T_3 постоянный резистор такого же номинала.

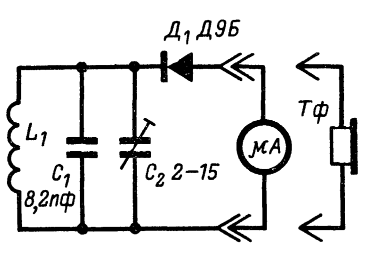


Рис. 6-12. Схема простейшего волномера.

Модулирующие частоты мультивибратора устанавливают подстроечными резисторами R_{16} и R_{17} по моментам срабатывания электромагнитных реле дешифратора приемника, резонансные контуры избирательных ячеек которого настроены на соответствующие командные частоты.

Коллекторный ток транзистора T_1 и T_2 задающего генератора измеряют миллиамперметром со шкалой до 100 *ма*. Рекомендуемый ток (указан на схеме) устанавливают одновременным подбором сопротивлений резисторов R_2 и R_3. Эти резисторы можно заменить временно переменными резисторами сопротивлением 150—200 *ком*, с их помощью подогнать режим, а затем установить постоянные резисторы нужного номинала.

Для настройки контура $L_3C_2C_3$ задающего генератора и антенны потребуется волномер, собранный, например, по схеме, приведенной на рис. 6-12. Этот самодельный прибор представляет собой детекторный приемник с входным контуром $L_1C_1C_2$, рассчитанным на диапазон частот 22,0—32,0 *Мгц*, на выход которого можно включить микроамперметр μA на ток 100 *мка* или высокоомные головные телефоны ТОН-1. Настройку контура волномера на частоту (волну) передатчика производят конденсатором C_2.

Контурная катушка L_1 этого прибора содержит 10 витков провода ПЭВ-1 или ПЭЛ-1,2, намотанных виток к витку на каркасе диаметром 22 *мм*. Конденсатор C_2 — подстроечный, с воздушным диэлектриком. Конструкция волномера может быть произвольной. Шкалу конденсатора C_2 градуируют в мегагерцах по УКВ сигнал-генератору (в радиоклубе ДОСААФ, в радиолаборатории культурно-просветительного учреждения).

Контур задающего генератора и антенну передатчика настраива-

ют так. Указатель шкалы волномера устанавливают против деления, соответствующего выбранной частоте передатчика (27,12 *Мгц* или в диапазоне 28,0—28,2 *Мгц*). Затем контурную катушку волномера размещают в непосредственной близости к катушке L_3 включенного передатчика и изменением емкости конденсатора C_2 контура $L_3C_2C_3$ добиваются наибольшего отклонения стрелки индикатора волномера. После этого вращением сердечника катушки L_1, а если надо, то и подбором емкости конденсатора C_1, настраивают на ту же частоту антенну. Волномер при этом располагают возле средней части антенны и на таком расстоянии от нее, чтобы отклонение стрелки

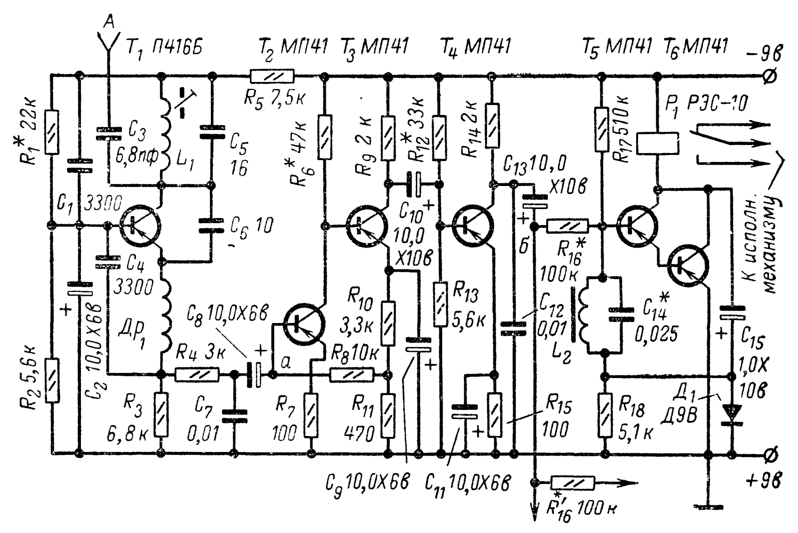


Рис. 6-13. Принципиальная схема приемника.

индикатора тока было небольшим. Момент резонанса фиксируют по наибольшему отклонению стрелки микроамперметра. Если при резонансе наблюдается резкое уменьшение тока через индикатор, то следует повторить настройку антенны сердечником катушки L_1 при меньшем уровне сигнала передатчика.

В том случае, если в качестве индикатора волномера используют головные телефоны, настройку задающего генератора и антенны производят при включенном мультивибраторе по наибольшей громкости звука в телефонах.

Окончательно передатчик настраивают в полевых условиях при совместной работе с приемником.

Приемник (рис. 6-13), как и передатчик, с которым он работает, может быть настроен на частоту 27,12 *Мгц* или в диапазоне 28,0—28,2 *Мгц*. Питание приемника осуществляется от двух батарей 3336Л, соединенных последовательно. Масса приемника без источника питания не превышает 110 *г*.

Приемник состоит из сверхрегенеративного детектора на транзисторе T_1, трехкаскадного УНЧ на транзисторах T_2—T_4 и дешифра-

тора на составном транзисторе T_5T_6. Каскад на транзисторе T_4 является одновременно и ограничителем амплитуды командного сигнала. Вторая ячейка дешифратора отличается от ячейки на составном транзисторе T_5T_6, показанной на схеме, только данными резонансного контура L_2C_{14}.

Высокочастотный модулированный сигнал передатчика, наведенный в антенне приемника, через конденсатор C_3 поступает в цепь коллектора транзистора T_1 сверхрегенеративного детектора. Настройка приемника на несущую частоту передатчика осуществляется карбонильным подстроечным сердечником катушки L_1 контура L_1C_5. Сверхрегенеративный каскад усиливает и детектирует принятый сигнал.

Низкочастотный командный сигнал, соответствующий частоте мультивибратора передатчика, выделяется на резисторе R_3, являющемся нагрузкой транзистора сверхрегенеративного детектора, и через фильтр R_4C_7 частоты гашения и разделительный конденсатор C_8 поступает на базу транзистора T_2 первого каскада усилителя низкой частоты. Нагрузкой транзистора T_2 служит резистор R_6. С него сигнал подается непосредственно на базу транзистора T_3 второго каскада усилителя. Напряжение сигнала, создающееся на его нагрузочном резисторе R_9, через конденсатор C_{10} подается на базу транзистора третьего каскада, а усиленный и ограниченный им по амплитуде сигнал через конденсатор C_{13} и резистор R_{16} — на вход дешифратора.

Смещение на базу транзистора T_2 подается через резистор R_8 с делителя напряжения $R_{10}R_{11}$, включенного в эмиттерную цепь транзистора T_3. Через резистор R_8, кроме того, осуществляется отрицательная обратная связь по постоянному току между транзисторами T_3 и T_2, улучшающая стабильность работы усилителя низкой частоты. Смещение на базе транзистора T_3 зависит от режима работы транзистора T_2, так как связь между этими транзисторами непосредственная.

Фильтр избирательной ячейки дешифратора состоит из контура L_2C_{14}, настроенного на частоту модуляции передатчика, и резистора R_{16}. Выделенное фильтром напряжение командного сигнала подается на составной транзистор T_5T_6, в результате чего электромагнитное реле P_1 срабатывает, а его контакты замыкают цепь питания исполнительного механизма.

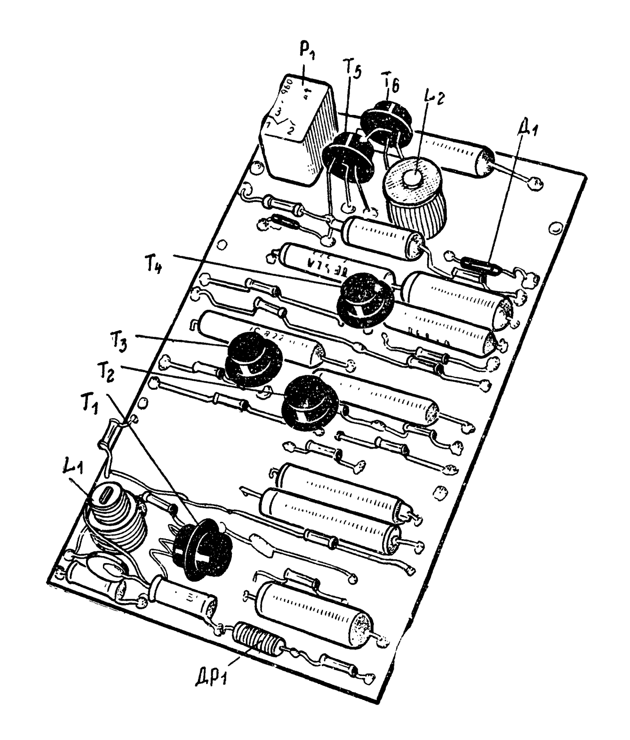
Срабатывает электромагнитное реле только той ячейки дешифратора, фильтр которой настроен на частоту командного сигнала.

Резистором R_{16} регулируют ширину полосы пропускания низкочастотной составляющей командного сигнала передатчика. Сопротивление этого резистора должно быть таково, чтобы надежно срабатывало реле, а ширина полосы пропускания не превышала 200 *гц*.

Для радиоуправляемой модели, рассчитанной на несколько команд, ее приемник должен иметь дополнительные ячейки дешифратора. Эти ячейки дешифратора через резисторы $R_6^{1''}$, $R_6^{1'}$ и т. д., аналогичные резистору R_{16}, подключают к выходу усилителя низкой частоты, обозначенному на принципиальной схеме точкой *б*.

Возможная конструкция однокомандного приемника радиоуправляемой модели показана на рис. 6-14. Все его детали смонтированы на гетинаксовой плате размерами 115×70 *мм*, которую на амортизирующих прокладках или подвесках размещают в модели.

Коэффициент усиления $B_{ст}$ транзисторов, используемых для приемника, должен быть не менее 40. Транзистор П416Б (T_1) можно за-



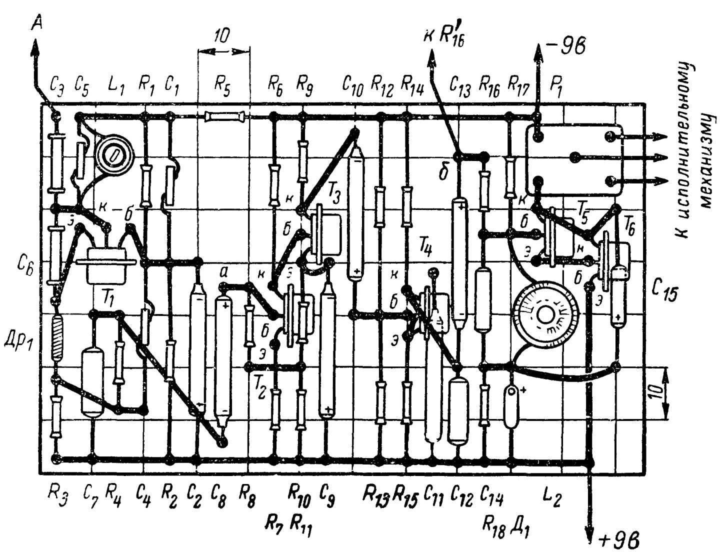


Рис. 6-14. Монтажная плата однокомандного приемника.

менить транзистором типа П403, а транзисторы МП41 — транзисторами МП39, МП40, МП42.

Данные катушки L_1 и дросселя $Др_1$ точно такие, как данные катушки L_1 и дросселя $Др_1$ передатчика (см. рис. 6-11, *а*, *в*).

Каждая катушка резонансного контура дешифратора (L_2, L_2') намотана проводом ПЭВ-1 0,1 на двух сложенных торцами ферритовых кольцах марки 1000НН диаметром 10 и высотой 6 *мм*. Число витков, которое должна содержать катушка, зависит от частоты модулирующего сигнала передатчика:

Частота командного сигнала, *гц*	1700	2350	3000	3700	4300
Число витков . .	430	300	270	110	90

Электромагнитное реле P_1 — типа РЭС-10 с сопротивлением обмотки 120 *ом* (паспорт РС4.524.303) или другое малогабаритное реле, надежно срабатывающее при напряжении 7—8 *в*.

Конденсаторы и резисторы — такие же, как в передатчике.

Форма и размеры монтажной платы во многом зависят от габаритов деталей и места для приемника в модели. Приемник может быть двух- или трехплатным. Так, например, на одной плате можно смонтировать сверхрегенеративный детектор с УНЧ, а на второй — избирательные ячейки дешифратора.

Прежде чем монтировать детали на плате, целесообразно собрать и предварительно наладить приемник. Для этого на листе картона размерами примерно 130×150 *мм* надо начертить принципиальную схему приемника, разместить на нем все детали и спаять в соответствии со схемой. В таком виде приемник удобнее налаживать, так как свободен доступ ко всем деталям и их легко заменять. Когда же приемник будет налажен, детали переносят на монтажную плату.

Налаживание приемника начинают с проверки работоспособности и настройки сверхрегенеративного детектора. На это время резистор R_1 заменяют переменным резистором сопротивлением 47 *ком* и с его помощью добиваются характерного для сверхрегенератора «суперного» шума в высокоомных головных телефонах, подключенных к выходу УНЧ (на схеме — точка *б*) через конденсатор емкостью 0,5—1,0 *мкф*. После этого ко входу приемника подключают проводник длиной 80—100 *см* и, изменяя индуктивность катушки L_1 подстроечным сердечником, контур L_1C_5 сверхрегенератора настраивают на сигнал передатчика (а если передатчика еще нет — на одну из любительских станций, работающих в диапазоне 28,0—29,7 *Мгц*). В момент настройки на несущую частоту передатчика «суперный» шум пропадает. Добившись хорошего приема сигнала на головные телефоны, сопротивление временно включенного переменного резистора измеряют и впаивают в базовую цепь транзистора T_1 постоянный резистор такого же номинала.

Усилитель низкой частоты налаживают путем подбора резисторов R_6 и R_{12}, добиваясь при этом наибольшей громкости приема сигнала передатчика, или с помощью звукового генератора и лампового вольтметра переменного тока. Сигнал звукового генератора частотой 1 000 *гц* и напряжением 5—10 *мв* подают на вход усилителя (на схеме — точка *а*) и подбором сопротивлений резисторов R_6 и R_{12} добиваются наибольшего отклонения стрелки вольтметра, подключенного к выходу усилителя (на схеме точка *б*).

Резонансный контур L_2C_{14} избирательной ячейки дешифратора настраивают на частоту модуляции командного сигнала передатчика путем подбора емкости конденсатора C_{14}, а если надо, то и изменением числа витков катушки L_2. Для настройки контура нужны звуковой генератор и миллиамперметр со шкалой до 100 *ма*. На вход дешифратора (точка *б*) от звукового генератора подают сигнал соответствующей частоты напряжением 3,5 *в*, а миллиамперметр включают в коллекторную цепь составного транзистора T_5T_6 последовательно с реле P_1. Момент резонанса определяют по наибольшему току на выходе дешифратора. Для применяемого здесь реле РЭС-10 этот ток должен составлять примерно 50 *ма*. Одновременно подбором резистора R_{16} устанавливают ширину полосы пропускания фильтра дешифратора на резонансной частоте, которая должна быть в пределах 190—210 *гц*.

Если приемник двух- или трехкомандный, то аналогичным способом настраивают на соответствующие частоты резонансные контуры других ячеек дешифратора.

Без измерительных приборов приемник можно настраивать по сигналам передатчика, но это потребует значительно больше времени. На волну (частоту) своего передатчика приемник настраивают с подключенной к нему антенной — изолированным проводником или штырем длиной 60—80 *см*. При этом приемник должен быть отнесен от передатчика не менее чем на 40—50 *м*.

Фотореле для телеуправления моделями

Чтобы моделью автомобиля, танка, планетохода или другой подобной им игрушки, снабженной маломощным электродвигателем с редуктором, можно было управлять светом, на нее надо установить фотореле. Роль «передатчика» команд такой системы телеуправления может выполнять, например, круглый электрический фонарь с фокусирующимся лучом света, а роль «приемника» команд — фотореле модели. Чем чувствительне фотореле и сильнее луч света, тем больше расстояние телеуправления моделью.

Инженер Э. А. Тарасов предлагает четыре варианта фотореле для управления моделью при помощи света. Все они проверены в руководимых им кружках юных радиоконструкторов.

Принципиальная схема **первого варианта** фотореле, являющегося исходным и для остальных вариантов, показана на рис. 6-15. Фотореле образуют фотодиод $Д_1$ и трехкаскадный усилитель фототока на транзисторах T_1—T_3. Электродвигатель M_1, включенный в коллекторную цепь транзистора T_3 выходного каскада усилителя, является исполнительным механизмом модели. Модель, на которой установлен такой приемник, выполняет всего две команды: *Ход* — когда на фотодиод направлен луч света, и *Стоп* — когда фотодиод перестают освещать.

Для питания фотореле и электродвигателя используются отдельные батареи $Б_1$ и $Б_2$, что улучшает стабильность работы модели. Раздельное питание, кроме того, позволяет подбирать батарею $Б_2$ в зависимости от напряжения и тока, на которые рассчитан электродвигатель модели.

Как работает такое фотореле? Светочувствительным элементом является фотодиод $Д_1$, сопротивление которого зависит от его освещенности. Вместе с резистором R_1 он образует делитель напряжения,

с которого на базу транзистора T_1 подается отрицательное смещение. Когда фотодиод не освещен, его сопротивление велико. В это время отрицательное напряжение на базе транзистора максимально. В этом случае транзистор T_1 полностью открыт, а транзисторы T_2 и T_3 закрыты. Поскольку выходной транзистор T_3 закрыт, его коллекторный ток мал и электродвигатель M_1, включенный в эту цепь, бездействует. Модель, следовательно, стоит на месте, что соответствует команде *Стоп.*

Как только фотодиод окажется освещенным, его сопротивление, а вместе с тем и отрицательное напряжение на базе транзистора T_1, резко уменьшается. Коллекторный ток транзистора T_1 при этом силь-

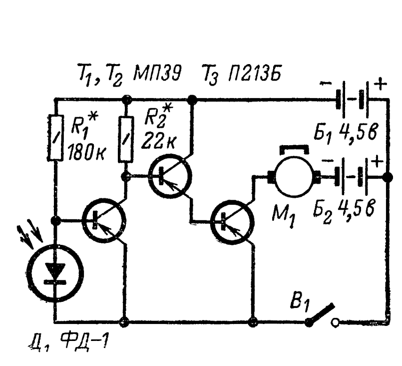


Рис. 6-15. Принципиальная схема двухкомандного фотореле.

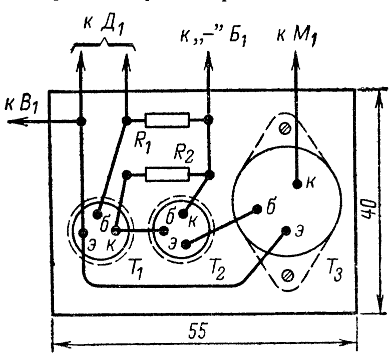


Рис. 6-16. Монтажная плата двухкомандного фотореле.

но уменьшится, а возрастающее отрицательное напряжение на его коллекторе откроет транзисторы T_2 и T_3. Коллекторный ток транзистора T_3 оказывается достаточным для работы электродвигателя M_1 и модель начинает двигаться, т. е. выполняет команду *Ход.*

Для остановки модели прекращают освещать фотодиод. При этом транзистор T_1 откроется, а транзисторы T_2 и T_3 закроются, коллекторный ток транзистора T_3 сильно уменьшится и модель остановится — *Стоп.*

В первых двух каскадах усилителя фототока (T_1 и T_2) можно использовать любые маломощные низкочастотные (МП39—МП42) или высокочастотные (П401—П403) транзисторы с коэффициентом усиления $B_{ст}$ не менее 50. Транзистор T_3 выходного каскада усилителя — типа П213Б, П201Э или ныне устаревшие П4, П201 и им подобные низкочастотные транзисторы средней или большой мощности. Чем больше коэффициент $B_{ст}$ транзисторов, тем чувствительнее будет фотореле.

Транзисторы и резисторы можно смонтировать на гетинаксовой плате размерами примерно 55×40 *мм* (рис. 6-16) и вместе с батареями питания разместить внутри модели. Фотодиод устанавливается на модели в любом открытом месте.

Для простых самоходных моделей или игрушек используют обычно электродвигатели с редуктором, рассчитанные на напряжение 4,5 *в*, например типа ДП-10. Такими электродвигателями комплектуются некоторые «Металлоконструкторы». Поэтому для питания при-

емника лучше всего подходят батареи 3336Л. Если электродвигатель более мощный и рассчитан на большее напряжение, то питающую его батарею $Б_2$ можно составить из нескольких батарей 3336Л.

Фотодиод ФД-1 ($Д_1$) можно заменить фотодиодом ФД-2 или ФД-3. В качестве фотодиода можно также использовать один из *p-n* переходов маломощного низкочастотного или высокочастотного германиевого транзистора типа *p-n-p*. Для этого верх «шляпки» корпуса транзистора нужно аккуратно спилить, чтобы свет мог попадать на кристалл прибора. Вывод базы этого транзистора соединяют с общим плюсом фотореле. А вот что соединить с базой транзистора — вывод коллектора или эмиттера, надо установить опытным путем, добиваясь наибольшей чувствительности фотореле.

Чувствительность самодельного фотодиода значительно повысится, если его снабдить небольшой короткофокусной собирательной линзой, концентрирующей свет на кристалле прибора.

Налаживание фотореле заключается в установке такого режима работы транзистора, при котором фотореле четко срабатывает при попадании света на фотодиод. Вначале фотодиод $Д_1$ закорачивают, чтобы полностью закрыть транзистор $Т_1$, а постоянный резистор R_2 временно заменяют двумя, соединенными последовательно резисторами: постоянным на 15—20 *ком* и переменным на 30—50 *ком*. Включив питание, плавно уменьшают сопротивление переменного резистора и следят за электродвигателем. Надо уловить такой момент, когда уменьшение сопротивления этой цепи перестает сказываться на увеличении частоты вращения ротора электродвигателя. В этот момент питание выключают, цепочку резисторов отключают от транзистора $Т_1$ и омметром измеряют их общее сопротивление. В коллекторную цепь транзистора надо впаять постоянный резистор, сопротивление которого примерно на 10% меньше измеренной величины. После этого перемычку, замыкающую фотодиод $Д_1$, надо удалить и подбором резистора R_1 (временно заменив его постоянным резистором на 51—100 *ком* и переменным на 220—470 *ком*) добиться, чтобы электродвигатель работал при рассеянном свете (фон), падающем на фотодиод. В делитель напряжения базовой цепи транзистора $Т_1$ надо впаять резистор, номинал которого на 10% меньше сопротивления, при котором электродвигатель начинает работать.

Принципиальная схема **второго варианта** фотореле показана на рис. 6-17. Этот вариант позволяет реверсировать электродвигатель и таким образом изменять направление движения модели.

Нетрудно заметить, что это фотореле состоит из двух фотореле предыдущего варианта, а электродвигатель является общей нагрузкой их выходных транзисторов. Пока фотодиоды $Д_1$ и $Д_2$ не освещены, транзисторы $Т_1$ и $Т_4$ фотореле открыты, а транзисторы $Т_2$, $Т_3$ и $Т_5$, $Т_6$ закрыты. При этом электродвигатель не работает и модель стоит на месте. При освещении только фотодиода $Д_1$ открывается транзистор $Т_3$ и через электродвигатель течет ток батареи $Б_2$, а при освещении только фотодиода $Д_2$, когда открыт транзистор $Т_6$ — ток батареи $Б_4$. В первом случае ток через электродвигатель идет в одном направлении, во втором — в другом направлении. Таким образом, в зависимости от того, какой фотодиод освещен, изменяется направление тока через электродвигатель и, следовательно, направление вращения его ротора и движения модели.

Транзисторы и резисторы обоих фотореле монтируют на одной плате, а фотодиоды на модели размещают так, чтобы нельзя было освещать их одновременно. Если будут освещаться одновременно оба

фотодиода, то коллекторные токи транзисторов T_3 и T_6 пойдут через электродвигатель встречно, и двигатель работать не будет.

Оба фотореле налаживают раздельно так же, как фотореле первого варианта. При подборе резисторов R_1 и R_2 надо отключать батареи $Б_3$ и $Б_4$, а при подборе резисторов R_3 и R_4 — батареи $Б_1$ и $Б_2$.

Принципиальная схема **третьего варианта** фотореле показана на рис. 6-18. Это фотореле состоит из двух фотореле первого варианта, для обоих фотореле общими являются только питающие их батареи. Благодаря наличию двух тяговых электродвигателей модель не только движется, когда освещены фотодиоды, но и может поворачиваться в сторону источника света.

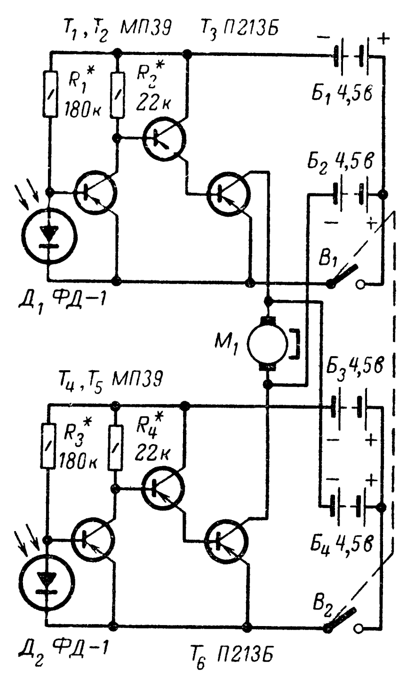


Рис. 6-17. Принципиальная схема двухканального фотореле с реверсируемым электродвигателем.

Фотодиоды и тяговые электродвигатели модели должны быть размещены в соответствии со схемой, изображенной на рис. 6-19. Каждый фотодиод и относящийся к нему усилитель фототока (УФ) управляет своим электродвигателем: фотодиод $Д_1$ — электродвигателем $М_1$, фотодиод $Д_2$ — электродвигателем $М_2$. Между фотодиодами имеется светонепроницаемая перегородка.

В то время когда фотодиоды не освещены, транзисторы T_3 и T_6 закрыты, ток через электродвигатели не идет и модель не движется. Если «передатчик» — источник света расположить так, чтобы осветить оба фотодиода, то транзисторы T_3 и T_6 откроются, заработают оба электродвигателя и модель станет двигаться прямо вперед. При смещении источника света в ту или другую сторону будет освещен только один из фотодиодов; освещению второго фотодиода будет мешать светонепроницаемая перегородка. В этом случае будет работать только один электродвигатель и модель станет поворачиваться так, чтобы свет падал и на второй фотодиод. Таким образом, модель все время будет стремиться двигаться на источник света.

Приемником, смонтированным по такой схеме, хорошо оснастить модель или игрушку на гусеничном ходу, например модель танка: один из электродвигателей будет вращать одну гусеницу, второй — другую гусеницу. Если модель колесная, то ведущими должны быть передние колеса, а задние или одно вспомогательное колесо (рис. 6-19), только поддерживающее модель, лишь свободно вращающимися.

Принципиальная схема четвертого варианта фотореле показана на рис. 6-20, а кинематическая схема и общий вид модели, собранной из деталей «Металлоконструктора», — на рис. 6-21. Модель с такой аппаратурой своим поведением напоминает живое существо, ищущее свет.

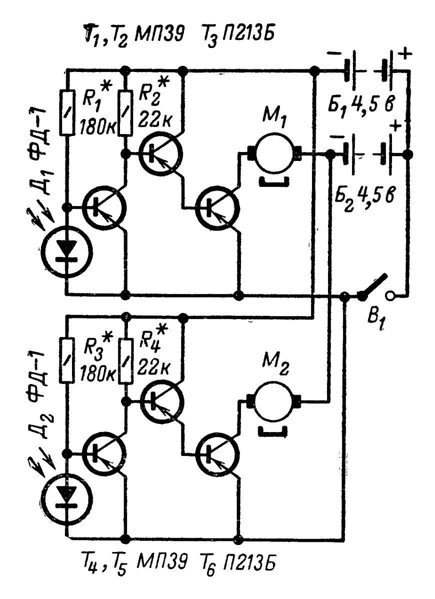


Рис. 6-18. Принципиальная схема двухканального фотореле с раздельными электродвигателями.

Фотодиод $Д_1$, транзисторы T_1—T_3 и электродвигатель M_1 этого приемника являются повторением фотореле первого варианта (рис. 6-15). Пока фотодиод $Д_1$ не освещен, электродвигатель M_1, приводящий в движение переднее колесо модели, не работает, так как транзистор T_3 закрыт. Транзистор же T_4, база которого через резистор R_3 и обмотку электродвигателя M_1 соединена с отрицательным полюсом батареи $Б_2$, в это время открыт, электродвигатель M_2 работает и через редуктор и кривошипно-шатунный механизм поворачивает из стороны в сторону ось переднего колеса модели. Одновременно с передней осью поворачивается из стороны в сторону и связанный с ней фотодиод $Д_1$. Но как только на фотодиод будет направлен свет, транзистор T_3 откроется, а транзистор T_4 наоборот закроется. Теперь будет работать только электродвигатель M_1. Через редуктор он станет вращать переднее колесо и модель начнет дви-

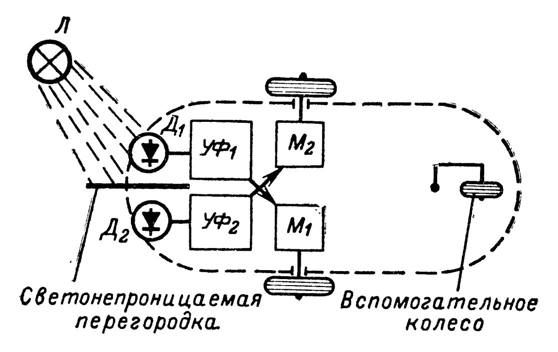


Рис. 6-19. Схема размещения фотодиодов и приводных электродвигателей модели.

гаться на свет. Если источник света отнести в сторону, чтобы фотодиод не освещался, модель снова перейдет в режим поиска источника света, а найдя его — двинется на него.

Детали этого варианта фотореле можно смонтировать на гетинаксовой плате размерами примерно 100×40 *мм* (рис. 6-22). Электродвигатели устанавливают с учетом конструктивных особенностей модели.

Приступая к налаживанию фотореле, электродвигатель M_2 поворота передней оси и фотодиода временно отключают. Затем включа-

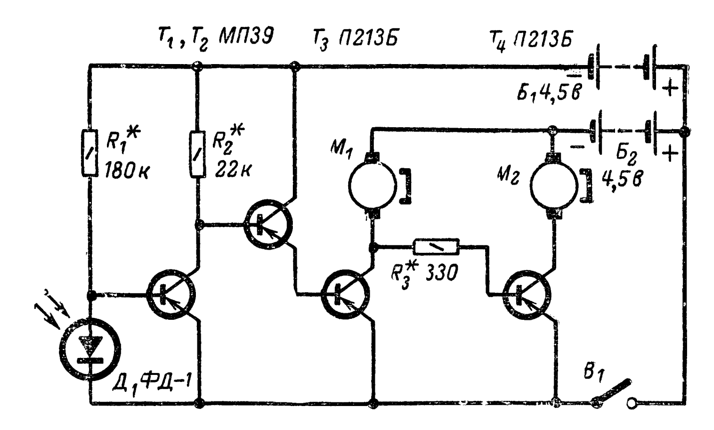


Рис. 6-20. Принципиальная схема фотореле модели, ищущей источник света.

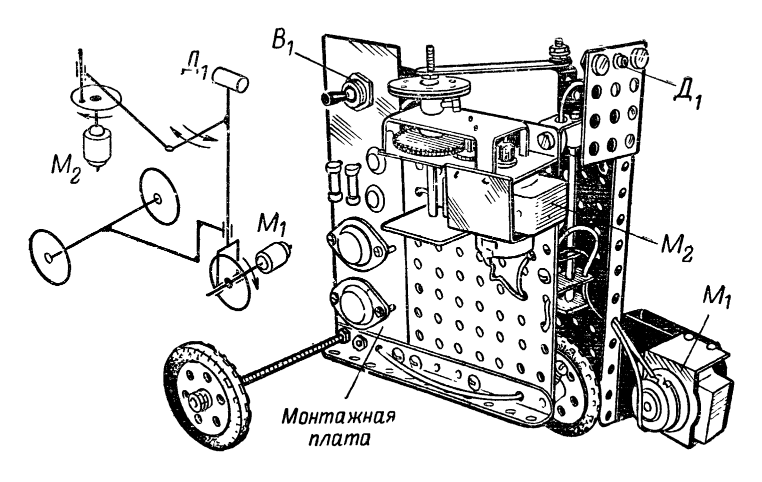


Рис. 6-21. Кинематическая схема и общий вид модели, ищущей источник света.

ют питание и подбором резисторов R_1 и R_2 налаживают фотореле с электродвигателем M_1 Делают это точно так, как при налаживании фотореле первого варианта. После этого подключают электродвигатель M_2, затеняют фотодиод и подбором сопротивления резистора R_3 добиваются устойчивой работы этого электродвигателя при затененном фотодиоде. Окончательную регулировку производят, когда фотореле будет установлено на модели.

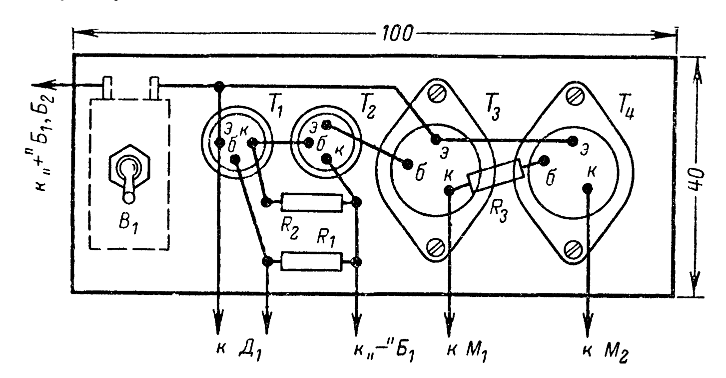


Рис. 6-22. Монтажная плата фотореле.

Фотодиоды ФД-1 — ФД-3 весьма чувствительны к инфракрасным (тепловым) лучам. Это значит, что модели с такими светочувствительными элементами будут реагировать и на тепло, излучаемое, например, хорошо нагретым утюгом.

Телеуправляемые игрушки

Индукционная система с широтно-импульсной модуляцией

Любую транспортную игрушку (автомобиль, трактор, танк и др). можно сделать телеуправляемой, способной выполнять несколько команд, передаваемых с небольшого расстояния. Для изготовления описываемой системы не требуется специального разрешения органов связи, так как команды телеуправления передаются не на радиочастотах, а на частотах звукового диапазона. Использование звуковых частот резко ограничивает дальность действия системы телеуправления и требует применения специальной петли связи, внутри которой только и возможно действие системы. Это большой недостаток предлагаемой индукционной системы управления.

С точки зрения простоты изготовления и высокой надежности работы предлагаемая система зарекомендовала себя с хорошей стороны.

Блок-схема индукционной системы телеуправления показана на рис. 6-23.

Передатчик состоит из задающего генератора низкой частоты *ГНЧ*, усилителя низкой частоты *УНЧ* и шифратора, состоящего из

манипулятора и кнопок управления передатчиком. Антенной передатчика служит проволочная петля, подключенная к выходу усилителя мощности.

Приемник включает в себя магнитную антенну *МА*, колебательный контур которой настроен на частоту передатчика, и электронное реле *ЭР*, с помощью которого переключается дешифратор, управляющий электродвигателями. Дешифратор состоит из реле времени *РВ* и блока управления электродвигателями *БУ*.

Управление передатчиком осуществляется с помощью постоянного напряжения $U_{зак}$, закрывающего лампу задающего генератора. При нажатии кнопки $Кн_1$ ее нормально замкнутые контакты размыкаются, закрывающее отрицательное напряжение на генератор не поступает и он работает в непрерывном режиме (рис. 6-24, *а*). Когда нажата только кнопка $Кн_2$, на задающий генератор подается закрывающее его напряжение и генератор не работает. В это время на выходе передатчика сигнала нет (рис. 6-24, *б*). При отпущенных обеих кнопках (контакты $Кн_1$ замкнуты, контакты $Кн_2$ разомкнуты) запирающее напряжение периодически поступает на генератор через контакты *К* манипулятора. Манипулятор и служит для того, чтобы периодически, с частотой около 10 *гц* замыкать и размыкать контакт *К*. При этом задающий генератор открывается и закрывается и передатчик излучает пакеты низкочастотных колебаний. В зависимости от положения движка переменного резистора поворотов $R_{пов}$ будет изменяться соотношение времени замкнутого и разомкнутого состояния контакта *К*. Соответственно будет меняться и соотношение времени работы и пауз генератора (рис. 6-24, *в*, *г*, *д*). При поступлении на вход приемника, расположенного на модели, непрерывного сигнала передатчика (рис. 6-24, *а*), срабатывает реле P_1 и его контакты переключаются в положение *1*.

При поступлении пульсирующего сигнала (рис. 6-24, *в—д*) реле P_1 срабатывает синхронно с манипулятором и периодически подключает реле P_2 и

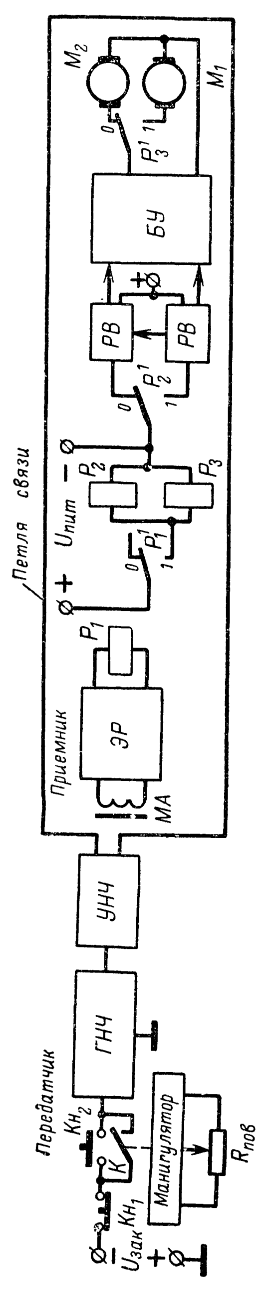


Рис. 6-23. Блок-схема системы телеуправления с широтно-импульсной модуляцией. (верхнее по схеме реле времени — PB_1, нижнее — PB_2).

P_3 к источнику питания, управляя работой дешифратора. Реле времени PB_1 служит для реверсирования тяговых электродвигателей M_1 и M_2, реле времени PB_2 включает питание электродвигателей. Эти реле работают с задержкой времени около 0,3 *сек*, т. е. с задержкой, равной примерно трем периодам манипулятора.

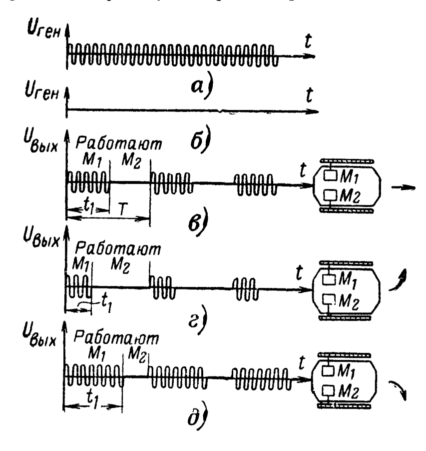


Рис. 6-24. Диаграммы управляющих напряжений.

Для понимания работы схемы следует обратить внимание на особенности работы реле времени. Режимы работы реле подобраны так, что реле PB_2 (нижнее на рис. 6-23) при подаче на него пульсирующего напряжения останется включенным, если было включено ранее, и включится, если ранее было отключено. Реле PB_1 (верхнее на рис. 6-23) при подаче пульсирующего напряжения останется включенным, если было включено ранее, но остается отключенным, если ранее было отключено. Реле PB_1 может сработать только в том случае, если реле PB_2 предварительно находилось в выключенном положении.

Когда нажата кнопка $Кн_2$, сигнала на выходе передатчика нет. В это время контакты P_1^1 и P_2^1 находятся в положении 0. При этом реле PB_2 находится в выключенном положении и электродвигатели M_1 и M_2 обесточены, реле PB_1 срабатывает, подготавливая электродвигатели для движения вперед. Модель неподвижна.

Если теперь кнопку $Кн_2$ отпустить, на выходе передатчика появится сигнал, пульсирующий с частотой манипулятора (10 *гц*). С такой же частотой переключаются контакты P_1^1 и P_2^1. Реле PB_1 остается включенным, реле PB_2 включается и тоже остается включенным. При этом электродвигатели включены для движения модели вперед, питание на них подано. Контакт P_3^1 реле P_3, управляющий работой двигателей, переключается синхронно с контактом *К* манипулятора, и время подключения того или иного электродвигателя к источнику питания будет определяться соотношением замкнутого и разомкнутого состояния контакта *К*. Поскольку средняя частота вращения электродвигателей, приводящих в движение модель, пропорциональна времени подключения к источнику питания, меняя движком резистора $R_{пов}$ соотношение времени замкнутого и разомкнутого состояния контакта *К*, можно производить повороты модели.

Когда нажата кнопка $Кн_1$, передатчик работает в непрерывном режиме. Контакты P_1^1 и P_2^1 находятся в положении *1*. При этом реле PB_1 отключается и меняет полярность включения электродвигателей, обеспечивая движение модели назад, а реле PB_2 срабатывает и включает питание электродвигателей.

При отпускании кнопки $Кн_1$ на выходе передатчика появляется пульсирующий сигнал и контакты P_1^1 и P_2^1 переключаются с частотой манипулятора. Реле $РВ_2$ при этом остается включенным и продолжает подавать напряжение на электродвигатели, реле $РВ_1$ остается отключенным, обеспечивая движение модели назад. Повороты модели, как и при движении вперед, осуществляются изменением соотноше-

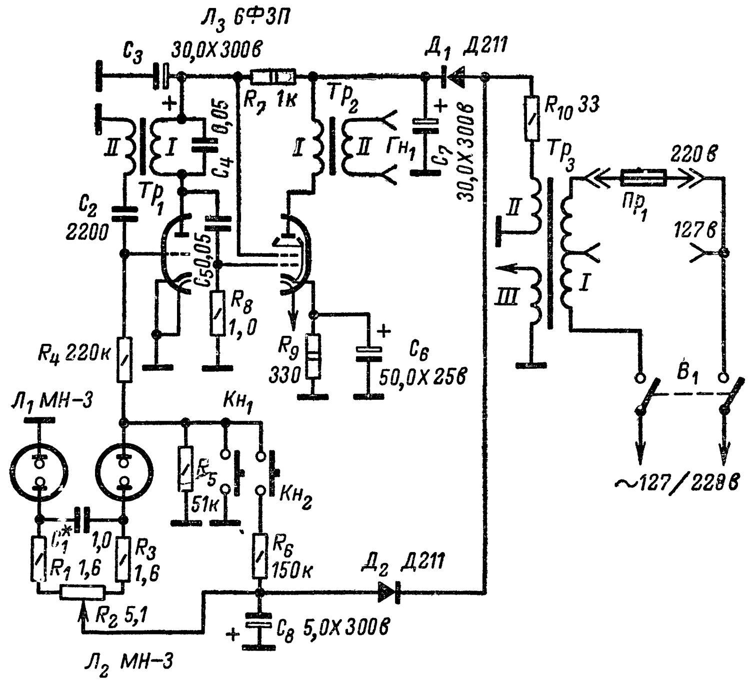


Рис. 6-25. Принципиальная схема передатчика системы телеуправления.

ния времени замкнутого и разомкнутого состояния контакта *К* манипулятора.

Чтобы модель начала снова двигаться вперед, необходимо нажать кнопку $Кн_2$ на время большее, чем время выдержки реле $РВ_1$. При нажатой кнопке $Кн_2$ сигнал на выходе передатчика отсутствует и контакты P_1^1 и P_2^1 находятся в положении *0*. Реле $РВ_1$ срабатывает, переключая цепи питания электродвигателей для движения вперед, реле $РВ_2$ отключается.

При отпускании кнопки $Кн_2$ модель начинает двигаться вперед.

В передатчике описываемой системы телеуправления механического контакта *К* манипулятора нет, а прерывистое отрицательное напряжение, срывающее колебания задающего генератора, снимается с мультивибратора.

Разберем теперь более подробно устройство и принцип работы передатчика и приемника.

Принципиальная схема передатчика показана на рис. 6-25. Он собран на комбинированной лампе $Л_3$, состоящей из триода и лучевого тетрода, и двух неоновых лампах $Л_1$ и $Л_2$.

Выходная мощность передатчика около 2 *вт*. Несущая частота 6,2 *кгц*. Манипуляция амплитудная, стопроцентная. Частота манипуляции около 10 *гц*. Питание передатчика производится от сети переменного тока.

Задающий генератор работает на триодной части лампы $Л_3$ по схеме *LC* генератора с индуктивной обратной связью. Резисторы R_4 и R_5 образуют цепь смещения лампы. Резистор R_5 является, кроме того, элементом гальванической связи с цепями управления.

Напряжение частотой 6,2 *кгц*, вырабатываемое генератором, с анода триода через разделительный конденсатор C_5 подается на управляющую сетку тетродной части лампы $Л_3$, работающей в усилителе мощности. Нагрузкой усилителя, подключаемой к гнездам $Гн_1$ служит излучающая антенна.

Периодическое выключение задающего генератора осуществляет генератор на лампах $Л_1$ и $Л_2$. Его частота постоянна (около 10 *гц*), а скважность может плавно меняться переменным резистором R_2. Когда горит лампа $Л_2$, на резисторе R_5 появляется отрицательное напряжение, закрывающее лампу генератора; при погасании этой лампы генерация восстанавливается.

Колебания задающего генератора срываются и при замыкании контактов кнопки $Кн_2$. В этом случае напряжение, закрывающее лампу, создается за счет тока, протекающего через резисторы R_5 и R_6.

При замыкании контактов кнопки $Кн_1$ резистор R_5 закорачивается и генератор работает в непрерывном режиме.

Питание передатчика производится через два однополупериодных выпрямителя. Выпрямитель на диоде $Д_1$, дающий положительное напряжение, служит для питания задающего генератора и усилителя мощности. Цепи управления питаются отрицательным напряжением, которое дает выпрямитель на диоде $Д_2$. Поскольку ток этого выпрямителя мал, в его фильтре, сглаживающем пульсации выпрямленного напряжения, используется один конденсатор C_8.

Детали и конструкция. В передатчике используются готовые детали. Самодельный только выходной трансформатор $Тр_2$. Его сердечник собран из пластин Ш16, толщина набора 16 *мм*. Обмотка *I* содержит 600 витков провода ПЭВ-2 0,2 *мм*, обмотка *II* — 10 витков провода ПЭВ-2 1,5 *мм*.

Трансформатор $ТР_1$ — унифицированный блокинг-трансформатор строчной развертки телевизоров. В анодную цепь лампы включается обмотка с большим сопротивлением. Силовой трансформатор $Тр_3$ от лампового приемника «Рекорд-53М».

Кнопки управления $Кн_1$ и $Кн_2$ могут быть любого типа. Их можно заменить трехпозиционным тумблером.

Антенна передатчика представляет собой медный провод диаметром не менее 1 *мм* в резиновой или пластмассовой изоляции. Провод укладывают в виде петли, в магнитном поле которой находится модель. Длина провода — до 12 *м*. Конструкция передатчика произвольная. Монтировать его следует в металлическом корпусе.

Налаживание. Правильно собранный передатчик сразу начинает работать. При этом лампы мультивибратора должны поочередно зажигаться на очень короткое время. Если будет непрерывно гореть

лишь одна из них, то необходимо несколько увеличить сопротивления резисторов R_1 и R_3.

Если на выход передатчика (гнезда $Гн_1$) включить громкоговоритель, в нем должен быть слышен прерывистый звук высокого тона. Если звука нет, то необходимо поменять местами выводы одной из обмоток трансформатора $Тр_1$. Звук должен пропадать при замыкании контактов кнопки $Кн_2$. Но если при нажатии этой кнопки звук не прекращается, то следует уменьшить сопротивление резистора R_6.

Принципиальная схема приемника и дешифратора, устанавливаемых на модели, показана на рис. 6-26. Питание приемника и дешифратора осуществляется от батареи $Б_1$, а питание электродвигателей — от батареи $Б_2$.

Рис. 6-26. Принципиальная схема приемника и дешифратора телеуправляемой модели.

Приемник состоит из магнитной антенны МА и электронного реле на транзисторе T_1, в коллекторную цепь которого включено электромагнитное реле P_1. Контур L_1C_1 магнитной антенны настроен в резонанс с частотой передатчика. Принятый им сигнал через катушку связи L_2 и конденсатор C_2 подается на вход электронного реле. При этом срабатывает выходное электромагнитное реле P_1 приемника, управляющее работой реле P_2 и P_3 дешифратора.

Если применить реле P_1 с током срабатывания менее 15 *ма*, катушку связи L_2 можно включить на место резистора R_1. В этом случае надобность в конденсаторе C_2 и резисторе R_1 отпадает.

В дешифраторе имеются два реле времени с задержкой на отпускание. Одно из них, нижнее на блок-схеме PB_2, состоит из электромагнитного реле P_4 и шунтирующего его конденсатора C_5. Когда контакт P_2^1 находится в положении *1* и на обмотку реле P_4 подается напряжение батареи $Б_1$, заряжается и конденсатор C_5. При срабатывании P_4 контакт P_4^1 перебрасывается в положение *1* и под-

ключает к электродвигателям батарею $Б_2$. Когда контакт P_2^1 переключается в положение *0*, напряжение батареи $Б_1$ с реле P_4 снимается, но заряженный конденсатор C_5 в течение 0,3 *сек* продолжает питать обмотку реле. Реле P_4 остается включенным, при этом на электродвигатели питание продолжает поступать.

Второе реле времени, верхнее на блок-схеме PB_1, состоит из двух электромагнитных реле P_5 и P_6, конденсатора C_6 и резистора R_3. Контакты P_5^1 и P_6^1 этих реле служат для реверсирования вращения электродвигателей. Роль конденсатора C_6 такая же, как и конденсатора C_5 первого реле времени — удерживать включенными реле P_5 и P_6 после отключения от них батареи $Б_1$.

Сопротивление резистора R_3 выбрано такой величины, чтобы в то время, когда контакт P_2^1 находится в положении *0*, а контакт P_4^1 — в положении *1*, через обмотки реле P_5 и P_6 протекал ток больший, чем ток отпускания, но меньший, чем ток срабатывания. В этом случае реле P_5 и P_6 срабатывают только тогда, когда контакт P_4^1 находится в положении *0*, но они будут удерживать свои якоря и при переходе контакта P_4^1 в положение *1*. Таким образом, если при включении приемника на его входе не было пульсирующего сигнала передатчика, а затем сигнал появился, то сработают реле P_4, P_5 и P_6, а если сигнал был, то сработает только реле P_4.

Детали и конструкция. Детали приемника и дешифратора вместе с питающими их батареями и электродвигателями смонтированы на одной общей гетинаксовой плате.

Рис 6-27. Каркас катушек L_1 и L_2.

Магнитную антенну устанавливают вертикально. Ее ферритовый стержень марки 400НН имеет диаметр 8, длину 90 *мм*. Катушки L_1 и L_2 намотаны на пластмассовом каркасе, чертеж которого показан на рис. 6-27. Стержень вставлен в каркас вместе с резиновой ниткой, что позволяет свободно перемещать катушки на сердечнике при настройке и фиксировать в любом положении. Катушка L_1 наматывается первой, содержит 1 600 витков провода ПЭВ-2 0,1—0,13 *мм*. а катушка L_2 — 60 витков провода ПЭВ-2 0,2—0,33 *мм*.

Диоды $Д_1$ и $Д_2$ — любые точечные полупроводниковые диоды.

Вместо транзистора типа МП40А в приемнике можно использовать аналогичные ему низкочастотные транзисторы с мощностью рассеяния на коллекторе 150 *мвт* и коэффициентом усиления по току $B_{ст} = 60 \div 80$.

Электромагнитные реле P_1—P_6 малогабаритные, типа РЭС-10. Каждое такое реле имеет только один контакт на переключение. Поэтому реле P_2 и P_3, а также реле P_5 и P_6 пришлось соединять параллельно. Ток срабатывания этих реле равен 22 *ма*, а электронное реле на маломощном транзисторе может обеспечить ток только до 35 *ма*, поэтому реле P_1 выполняет лишь роль промежуточного реле. Можно

использовать и реле телефонного типа, если позволяют габариты модели. В этом случае частоту манипуляции снижают до 3—5 *гц*, а в приемнике и дешифраторе устанавливают всего три реле, два из которых должны иметь по два контакта на переключение.

Электродвигатели с редукторами, примененные в модели, взяты из металлоконструктора № 5. В модели желательно использовать как можно меньше металлических частей, так как они снижают чувствительность приемника. При налаживании приемника следует особенно тщательно оберегать его от различных наводок и помех. Провода, идущие к источникам питания и двигателям, должны быть перевиты.

Налаживание следует начинать с настройки контура магнитной антенны. Для этого отключают от приемника один из концов катушки связи L_2 и помещают стержень магнитной антенны в поле петли связи. Провод петли связи сматывают в бухту диаметром 30—40 *см*, внутрь которой и помещают стержень антенны приемника. Параллельно катушке L_1 подключают вольтметр переменного тока с высокоомным входом (например, авометр типа ТТ-1 или Ц-20 на шкале переменного напряжения 1 000 *в*). Изменяя емкость конденсатора C_1 и положение катушки L_1 на ферритовом стержне, следует добиться максимальных показаний вольтметра. Затем, восстановив соединение катушки L_2 с приемником, подбирают сопротивление резистора R_1. Это сопротивление должно быть минимальным, но таким, чтобы реле P_1 четко отпускало свой якорь, когда сигнал передатчика отсутствует. Подбор номинала этого резистора следует производить при свежей батарее $Б_1$.

После этого резистором R_3 устанавливают ток в обмотках реле P_5 и P_6, появляющийся в них при излучении передатчиком прерывистого сигнала. Этот ток должен быть больше тока отпускания, но меньше тока срабатывания.

В процессе налаживания может возникнуть необходимость в подборе емкости конденсатора C_1 передатчика, если, например, частота манипуляции будет меньше 10 *гц*. В этом случае модель движется рывками и якоря реле P_4—P_6 будут дрожать. С уменьшением емкости этого конденсатора частота манипуляции будет возрастать. Однако увеличивать частоту более 10 *гц* не следует, так как при этом ухудшаются условия работы реле P_1—P_3.

Для облегчения работы по конструированию описываемой модели полезно собрать макет этой модели из деталей конструктора. На такой модели, где свободен доступ к деталям и легко производить настройку и отработку всех элементов, добиваются четкого исполнения всех команд. Только после этого можно компоновать все детали на настоящей модели.

Индукционная система с частотной модуляцией

Описываемая система индукционного телеуправления отличается от предыдущей тем, что вместо широтно-импульсной модуляции в ней используется частотная модуляция командного сигнала. В связи с этим изменяется схема построения манипулятора и дешифратора приемника. Такая система была разработана и сконструирована пензенским радиолюбителем инженером А. Вдовикиным.

Как видно из блок-схемы, изображенной на рис. 6-28, телеуправляемая модель находится в переменном магнитном поле петли связи,

являющейся нагрузкой мощного УНЧ. А на вход усилителя с генератора колебаний низкой частоты ГНЧ подаются сигналы с частотами $f_1 = 1\,000$; $1\,600$; $2\,100$; $2\,900$ *гц*. Подача команд производится нажатием кнопок $Кн_1$—$Кн_4$, включающих в цепь генератора конденсаторы C_1—C_4 разных емкостей; при этом изменяется частота генерируемых колебаний. В нашем примере в петле связи, являющейся антенной генератора низкой частоты, создаются переменные магнитные поля четырех частот — и модель танка выполняет четыре команды: *Вперед, Назад, Поворот, Огонь.*

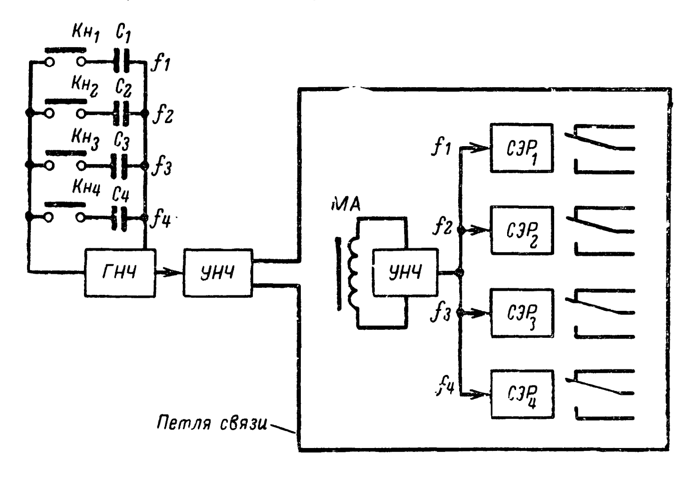


Рис. 6-28. Блок-схема системы телеуправления с частотной модуляцией.

Приемник модели содержит магнитную антенну МА, УНЧ и селективные электронные реле $СЭР_1$—$СЭР_4$. Колебательные контуры селективных электронных реле настроены на командные частоты генератора. Срабатывает то электронное реле приемника, настройка контура которого соответствует частоте командного сигнала.

Принципиальная схема передающей части системы телеуправления показана на рис. 6-29. Собрана она на транзисторах, что позволяет использовать ее для телеуправления моделями не только в помещении, но и на открытом воздухе, например во дворе школы, на площадке, в пионерском лагере.

Задающий генератор на транзисторе T_1 выполнен по схеме емкостной трехточки. Условия самовозбуждения генератора обеспечиваются определенным соотношением емкостного делителя, образуемого конденсатором C_6 и одним из конденсаторов C_1—C_4.

Резисторы R_1—R_3 обеспечивают необходимый режим работы транзистора по постоянному току. Переменное напряжение командных частот снимается с эмиттера транзистора и через конденсатор C_7 подается на вход усилителя низкой частоты.

Усилитель низкой частоты трехкаскадный, четырехтранзисторный и развивает мощность около 15 *вт*. Транзистор T_2 первого каскада, включенный по схеме с общим коллектором, имеет высокое входное

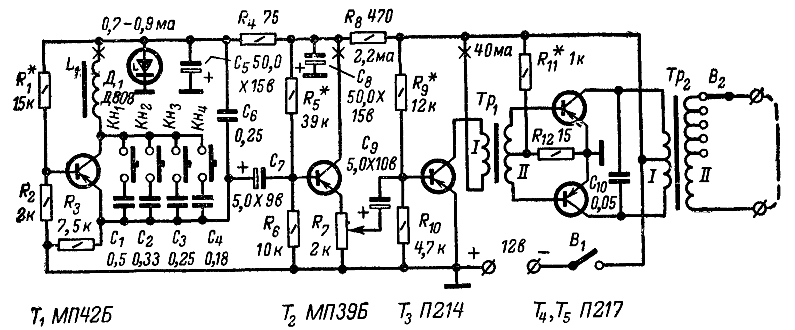


Рис. 6-29. Принципиальная схема передающей части системы телеуправления

70
110
C_5 $Д_1$ R_2 R_1 T_1 R_3 L_1
к $Кн_1$–$Кн_4$
C_6
к $Кн_4$ C_4
к $Кн_3$ C_3
к $Кн_2$ C_2
к $Кн_1$ C_1
R_4
C_8 T_2 C_7
R_5 R_6
R_8 R_7
C_9
к B_1 R_9 R_{10}
к Tp_1 к T_3 +12в

Рис. 6-30. Печатная плата генератора и первого каскада усилителя.

сопротивление, что благоприятно сказывается на стабильности генератора низкой частоты. Транзистор T_3 второго каскада включен по схеме с общим эмиттером и нагружен на фазоинверсный и согласующий трансформатор Tp_1. Третий, выходной каскад на транзисторах T_4 и T_5 — двухтактный усилитель мощности. Он нагружен на петлю связи через согласующий трансформатор Tp_2. Вторичная обмотка

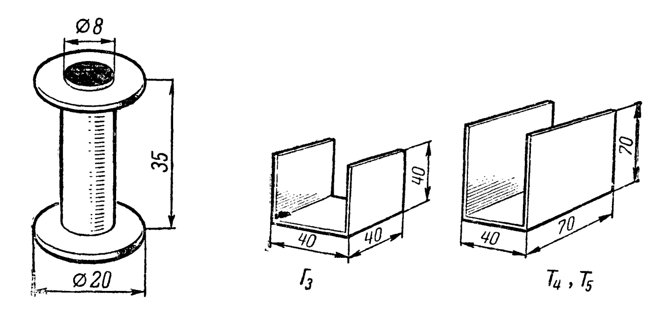


Рис. 6-31. Каркас катушки L_1.

Рис. 6-33. Теплоотводы транзисторов T_3—T_5.

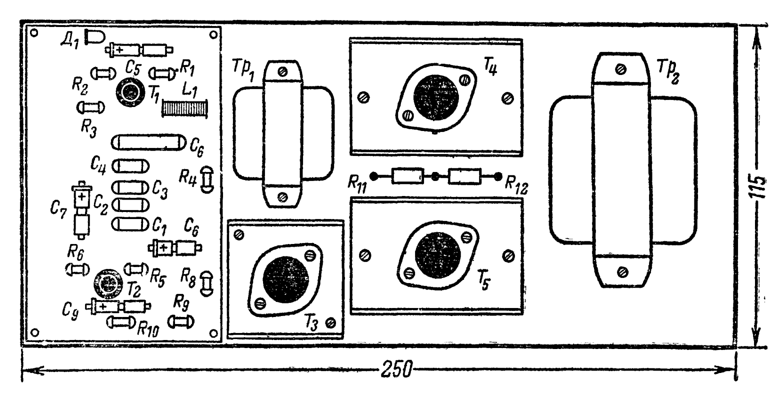


Рис. 6-32. Монтажная плата передающей части системы телеуправления.

этого трансформатора имеет отводы для согласования сопротивления петли с выходом усилителя. Регулировка мощности, отдаваемой в петлю, производится переменным резистором R_7, включенным в цепи эмиттера транзистора T_2 первого каскада усилителя.

Детали генератора и первого каскада усилителя низкой частоты смонтированы на плате размерами 70×110 *мм* способом печатного монтажа. Чертеж печатной платы со стороны печатных проводников и размещение деталей на плате показано на рис. 6-30. Катушка L_1 генератора содержит 2 000 витков провода ПЭВ-0,18, намотанных на бумажном каркасе. Чертеж каркаса помещен на рис. 6-31. Внутрь

каркаса вставляют кусок ферритового стержня марки 600НН диаметром 8 и длиной 35 *мм*. Такая катушка обладает индуктивностью около 0,3 *гн*. Соответственно такой индуктивности указаны на схеме и номиналы конденсаторов C_1—C_4 генератора. Конденсаторы и резисторы могут быть любых типов.

Транзисторы T_3—T_5 и трансформаторы Tp_1 и Tp_2 УНЧ смонтированы на гетинаксовой плате размерами 250×115 *мм*. На ней же находится и плата задающего генератора с первым каскадом усиления низкой частоты (рис. 6-32). Транзисторы T_3—T_5 поставлены на теплоотводы (рис. 6-33), выполненные из листовой меди (можно из алюминия) толщиной 1—1,5 *мм*. Трансформатор Tp_1 намотан на сердечнике Ш16×16; обмотка *I* содержит 470 витков провода ПЭВ 0,23, а обмотка *II* — 200 витков провода ПЭВ 0,35 с отводом от середины. Данные трансформатора Tp_2: сердечник Ш20×25, обмотка *I*—110 витков провода ПЭВ 0,8 с отводом от середины, обмотка *II*—40 витков провода ПЭВ 0,8 с отводами от 20, 25, 30 и 35-го витков.

Все остальные детали — кнопки $Кн_1$ — $Кн_4$ управления генератором, переключатель выхода B_2 и выходные зажимы, выключатель питания B_1, а также переменный резистор R_7 регулировки усиления размещены на лицевой панели корпуса и соединяются с платами монтажными проводами. Конструкция корпуса передатчика произвольная.

Для петли связи, выполняющей роль антенны, можно использовать провода марок ПЭЛ, ПЭВ, ПЭЛШО диаметром 0,8—1,5 *мм*. Длина провода зависит от размеров площадки или комнаты, где будет двигаться телеуправляемая модель, но не должна превышать 20 *м*. В комнате провод петли можно проложить по стенам или под плинтусом, а в полевых условиях — на колышках, вбитых в землю. Чтобы избежать потери энергии низкой частоты, провод петли должен быть изолирован от других предметов.

Петля связи может состоять из нескольких витков, но не более пяти; в этом случае потребуется и больше провода.

В связи с тем что передающая часть системы телеуправления потребляет значительный ток — до 2,5 *а*, для питания желательно использовать 12-вольтовую автомобильную аккумуляторную батарею или две мотоциклетные аккумуляторные батареи, соединенные последовательно.

Принципиальная схема приемной части телеуправляемой модели показана на рис. 6-34. Приемник образуют: магнитная антенна, широкополосный усилитель низкой частоты на транзисторах T_1 и T_2, усилитель — ограничитель напряжения на транзисторе T_3 и четыре селективных электронных реле $СЭР_1$ — $СЭР_4$ на транзисторах T4-1 — T4-4 (на схеме показано только $СЭР_1$, добавочные цифры в обозначении деталей соответствуют порядковым номерам *СЭР*) с электромагнитными реле P1-1—P1-4 на выходе. Контакты электромагнитных реле включают питание цепей исполнительных механизмов модели.

Переменное магнитное поле петли связи индуктирует в катушке L_1 магнитной антенны переменное напряжение (несколько милливольт) с частотой командного сигнала, которое усиливается до 0,2—0,6 *в* каскадами на транзисторах T_1 и T_2. Во время движения модели в петле величина напряжения на входе приемника изменяется, что может вызвать неустойчивую работу селективных реле. Чтобы устранить это явление, в приемнике предусмотрен ограничитель напряжения на транзисторе T_3. Режим его работы выбран таким, чтобы

при изменяющемся входном напряжении на выходе каскада сохранялось постоянное напряжение, равное приблизительно 2 *в*. Это напряжение через конденсатор C_4 поступает на вход селективных электронных реле.

Особенностью селективных реле является наличие в них колебательных *LC*-контуров, образующих с резисторами R_9 Г-образные фильтры, и цепей обратной связи $C_6Д_2$. Благодаря этому транзистор T_4 каждого из селективных реле открывается, а электромагнитное

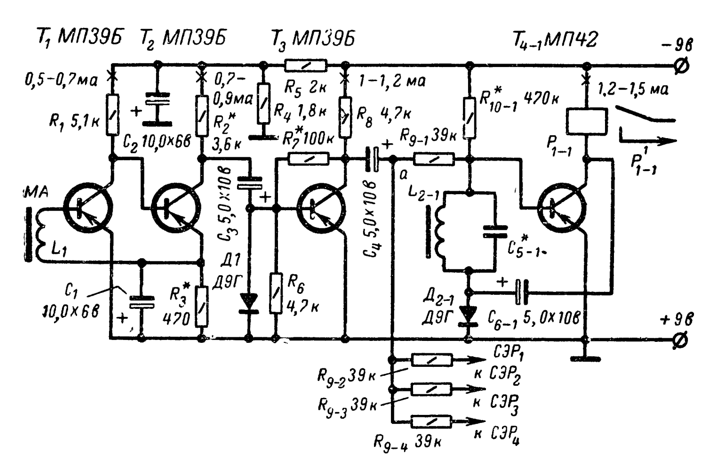


Рис. 6-34. Принципиальная схема приемника системы телеуправления с частотной модуляцией.

реле P_1 срабатывает лишь тогда, когда на вход селективного реле поступает переменное напряжение той частоты, на которую настроен его колебательный контур.

Приемная аппаратура вместе с исполнительными механизмами встроена в пластмассовую модель танка. Чтобы рациональнее использовать внутренний объем модели, детали приемника и селективных реле смонтированы на разных платах. Усилитель и ограничитель напряжения смонтированы на плате размерами 30×35 *мм*, а селективные реле на платах размерами 65×35 *мм*.

Катушка L_1 магнитной антенны должна содержать 3 500—4 000 витков провода ПЭВ или ПЭЛШО 0,1—0,2, намотанных на ферритовом стержне марки 600НН диаметром 8 и длиной 100 *мм*. Длина намотки катушки 50—60 *мм*.

Катушки $L_{2\text{-}1}$—$L_{2\text{-}4}$ контуров селективных реле $СЭР_1$—$СЭР_4$ выполнены так же, как и катушка задающего генератора. Желательно, чтобы все катушки были одинаковой индуктивности, что облегчит налаживание аппаратуры. Емкости конденсаторов $C_{5\text{-}1}$ — $C_{5\text{-}4}$ контуров подбирают при налаживании приемника.

При индуктивности катушек, равной 0,3 *гн*, емкости конденсаторов контуров селективных реле будут соответствовать емкостям частотозадающих конденсаторов генератора низкой частоты.

Коэффициент усиления $B_{ст}$ всех транзисторов 30—50. Электромагнитные реле $P_{1\text{-}1}$—$P_{1\text{-}4}$ типа РЭС-10 с обмотками сопротивлением 120 *ом* Можно применить и другие реле, но желательно с обмотками сопротивлением не менее 100 *ом*, иначе ухудшатся избирательные свойства селективных реле. Отгибая возвратные пружины якорей, надо добиться, чтобы реле срабатывали при напряжении 6—7 *в*.

Питание приемной аппаратуры осуществляется от аккумуляторной батареи 7Д-0,1, батареи «Крона» или, если позволяет объем модели, от двух батарей 3336Л, соединенных последовательно.

В электромеханическую часть модели входят два электродвигателя типа ДП-10 или ДП-12 с редукторами, питающиеся от батарей 3336Л, электролитический конденсатор большой емкости (500—1 000 *мкф*) и лампочка, рассчитанная на напряжение 2,5 *в* и ток 0,075 *а*, имитирующая вспышки выстрелов (рис. 6-35). Лампочка окрашена красной краской и вмонтирована в пламягаситель ствола орудия. При команде *Вперед*, когда срабатывает, например, реле $P_{1\text{-}1}$, и его контакты $P^1_{1\text{-}1}$ замыкаются — оба электродвигателя, питаясь от батареи $Б_1$, вращают оси рабочих колес гусениц вперед. Когда подается команда *Назад*, срабатывает реле $P_{1\text{-}2}$, и оба двигателя контактами $P^1_{1\text{-}2}$ подключаются к батарее $Б_2$ — движение модели будет обратным. При команде *Поворот* контакты $P^1_{1\text{-}3}$ реле $P_{1\text{-}3}$ подключают электродвигатель M_1 к батарее $Б_1$, а питание на электродвигатель M_2 не подается; в этом случае работает одна из гусениц, и модель делает поворот. Когда же подается команда *Огонь*, срабатывает реле $P_{1\text{-}4}$, и его контакты $P^1_{1\text{-}4}$ переключают конденсатор C, зарядившийся от батареи $Б_2$, на лампочку $Л$. Конденсатор при этом быстро разряжается через нить накала лампочки, что сопровождается вспышкой.

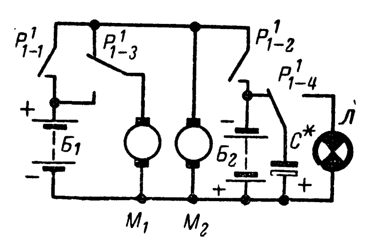


Рис. 6-35 Схема электромеханической части модели.

Налаживание генератора начинают с проверки коллекторных токов транзисторов и подгонки их с помощью базовых резисторов до значений, указанных на принципиальной схеме. После установки режимов к выходу передатчика системы телеуправления вместо петли связи подключают проволочный резистор сопротивлением 5—10 *ом*, а параллельно ему громкоговоритель мощностью 0,5—1 *вт*. При поочередном нажатии кнопок $Кн_1$—$Кн_4$ громкоговоритель должен излучать сильные чистые звуки, частоты которых повышаются с нажатием последующих кнопок. Громкость звучания должна изменяться при вращении ручки переменного резистора R_7 и переключении отводов вторичной обмотки выходного трансформатора Tp_2.

Налаживание приемной части сводится в основном к подгонке режимов транзисторов и настройке контуров селективных реле. Если индуктивности катушек селективных реле равны индуктивности катушек генератора передатчика, то и емкости конденсаторов контуров

селективных реле будут равны емкостям конденсаторов генератора. После проверки к выходу передатчика подключают петлю связи и в ней располагают приемник, а в коллекторную цепь транзистора $T_{4\text{-}1}$ селективного реле, последовательно с обмоткой реле $P_{1\text{-}1}$, включают миллиамперметр на ток 40—60 *ма*. Затем нажимают кнопку $Кн_1$ и, подбирая емкость конденсатора $C_{5\text{-}1}$ и смещая по стержню катушку $L_{2\text{-}1}$ селективного реле $СЭР_1$, добиваются максимального увеличения тока транзистора и срабатывания реле $P_{1\text{-}1}$

Точно так же настраивают и контуры других селективных электронных реле приемной аппаратуры.

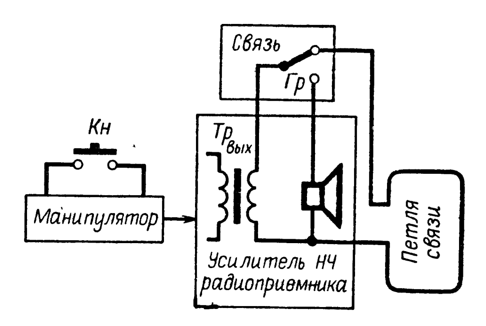


Рис. 6-36. Блок-схема передающей части с использованием вещательного радиоприемника.

Пользуясь описанной здесь аппаратурой телеуправления моделями, следует учитывать, что зона уверенного приема сигналов генератора в горизонтальной плоскости равна 1,5—2 площадям петли связи, а в вертикальной плоскости — в пределах 0,8—1 радиуса петли.

Если у вас есть ламповый радиовещательный приемник (можно использовать и транзисторный, если его выходная мощность около 1 *вт*), то его усилитель низкой частоты можно применить в качестве передатчика индукционной системы управления. Особенно удобно использовать приемник, который имеет гнезда для подключения звукоснимателя и внешнего низкоомного громкоговорителя.

Тогда для системы индукционного телеуправления нужно будет изготовить только приемник, устанавливаемый на модели, и манипулятор, который управляет работой усилителя приемника и, конечно, петлю связи.

На рис. 6-36 показана блок-схема такой системы телеуправления. В качестве манипулятора используют маломощный генератор импульсов. Выход этого генератора подключают к гнездам *Звукосниматель* радиовещательного приемника. К гнездам *Внешний громкоговоритель* подсоединяют петлю связи. Регулятор громкости позволяет устанавливать необходимый уровень электромагнитного излучения в зоне действия петли связи.

В радиовещательном приемнике следует установить дополнительный переключатель, с помощью которого вторичная обмотка вы-

ходного трансформатора переключается с громкоговорителя приемника на петлю связи с телеуправляемой моделью.

Приемная часть, устанавливаемая на модели, будет такая же, как и в двух предыдущих устройствах. Рассмотрим более подробно эту систему с частотной манипуляцией.

На рис. 6-37 изображена принципиальная схема передающего устройства с использованием частотного метода. Манипулятор состоит из симметричного мультивибратора на транзисторах T_1 и T_2. Кодирование командных импульсов осуществляется посредством изменения частоты мультивибратора подключением конденсаторов

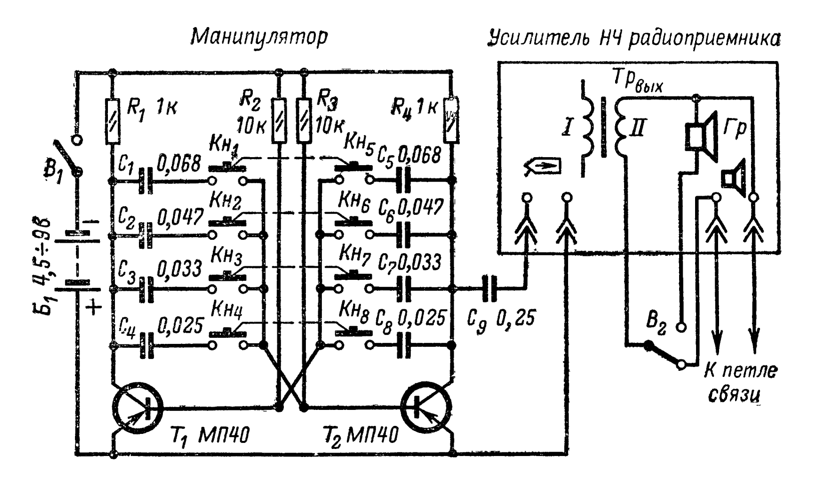


Рис. 6-37. Принципиальная схема передающей части.

C_1—C_8. Эти конденсаторы подключаются кнопками $Кн_1$ — $Кн_8$. Указанные на схеме емкости конденсаторов соответствуют командным частотам 1 000, 1 600, 2 100 и 2 900 *гц*.

Выход манипулятора подключен к гнездам вещательного радиоприемника, предназначенным для звукоснимателя. Если в приемнике таких гнезд не окажется, то на задней или боковой стенке приемника следует смонтировать гнезда, подключив их экранированным проводом к крайним выводам регулятора громкости. При этом оплетку надо присоединить к заземленному концу потенциометра регулятора громкости. Питание манипулятора осуществляется от батареи типа 336Л (КБС-Л-0,5) или любого другого источника постоянного тока напряжением 4—9 *в*, например батареи «Крона». Ток, потребляемый манипулятором, не превышает 10 *ма*. Петля связи изготавливается из провода диаметром 1—2 *мм* в любой изоляции длиной 12—15 *м*. Петля связи подключается вместо громкоговорителя к усилителю низкой частоты приемника и является его нагрузкой. Громкоговоритель приемника, включаемый вместо петли связи, поможет убедиться в исправной работе передающей части системы. Номиналы резисторов и конденсаторов манипулятора указаны на принципиальной схеме. Резисторы типа МЛТ или УЛМ, конденсаторы C_1—C_8—

КЛС, БММ, КБГ-И; C_9—МБМ. Для мультивибратора можно использовать любые маломощные низкочастотные транзисторы типа *p-n-p* с коэффициентом усиления $B_{ст}=20\div40$. Кнопки $Кн_1$—$Кн_8$ типа КМ2-1 или МПК-1. Эти кнопки можно заменить тумблерами. Все детали смонтированы на печатной плате (рис. 6-38), которую изготавливают из одностороннего фольгированного гетинакса, вырезая ножом рисунок печатных проводников.

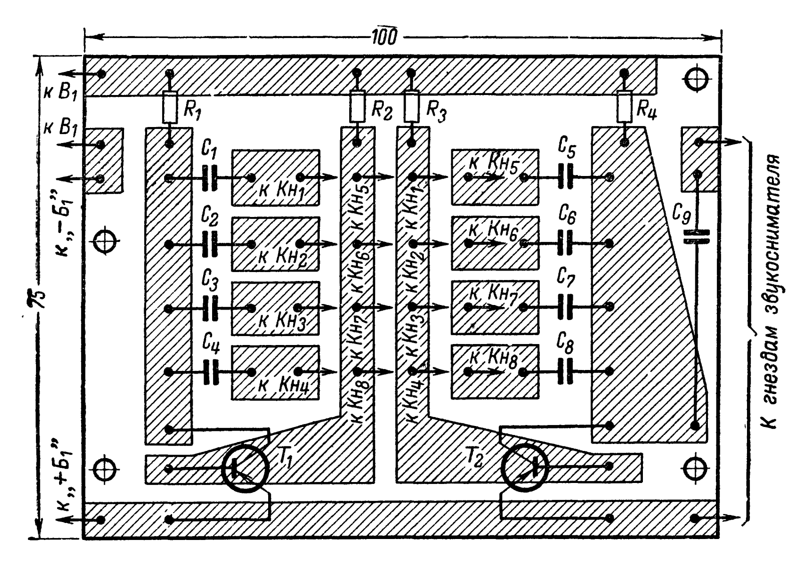


Рис. 6-38. Печатная плата манипулятора.

Для петли связи лучше использовать гибкий медный провод в литой изоляции (полихлорвиниловой, резиновой). В качестве переключателя B_2 можно использовать тумблер на два положения.

Чтобы избежать наводок и появления ложных сигналов, провода, соединяющие манипулятор с приемником, нужно свить в жгут и поместить в экранированный чулок. Длина такого кабеля должна обеспечить перемещение оператора с пультом манипулятора в пределах помещения, в котором запускается телеуправляемая модель.

Правильно собранный мультивибратор работает устойчиво и в налаживании не нуждается. Может потребоваться подбор емкости конденсаторов C_1—C_8 для согласования частот колебаний, генерируемых мультивибратором, с частотами контуров селективных реле приемника.

После включения и прогрева ламп приемника регулятор громкости устанавливают на минимальный уровень, а регуляторы тембра — на самую широкую полосу частот. Включают питание мультивибратора. При поочередном нажатии попарно кнопок $Кн_1$ и $Кн_5$; $Кн_2$ и $Кн_6$ и т. д. в громкоговорителе приемника должны быть слышны звуки, высота которых повышается с нажатием последующих

кнопок манипулятора. Убедившись в правильной работе манипулятора и приемника, на выход его подключают петлю связи, а регулятор громкости выводят в положение максимального усиления. В петлю связи устанавливают модель и проверяют четкость исполнения команд.

Работа передающего устройства такой системы телеуправления может быть проверена с помощью приемника-пробника на (рис. 6-39), который можно собрать из подсобных деталей, всегда имеющихся в распоряжении радиолюбителя. Магнитная антенна пробника намотана на ферритовом стержне марки 600НН диаметром 8 и длиной 70—80 *мм*. Катушка L_1 имеет 300 витков провода ПЭВ 0,1. Коэффициент $B_{ст}$ транзистора 30—60. При подаче команд в телефонах должны отчетливо и громко прослушиваться звуки командных частот.

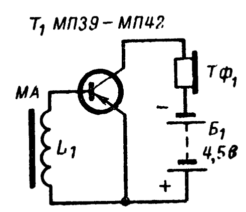


Рис. 6-39. Принципиальная схема приемника-пробника.

Электронный тир

Этот электронный тир предназначен для тренировки юных стрелков и состоит из оружия (пистолет, винтовка), «стреляющего» импульсами света, и мишени со светочувствительным элементом. Стрельба из такого оружия, кстати сказать бесшумного, не менее увлекательна и интересна, чем из настоящего. Научившись пользоваться электронным оружием, впоследствии вы сможете значительно успешнее овладеть настоящим пистолетом и винтовкой.

Такой тир можно оборудовать в любом помещении, даже в классе или обычной жилой комнате. Устройство тира несложно и вполне по силам юным радиолюбителям.

Для нашего электронного оружия прежде всего необходим импульсный источник света. Таким источником для электронного оружия ближнего действия (на 3—10 *м*) может служить лампочка для карманного фонаря, подключаемая во время «выстрела» к заряженному конденсатору.

Длительность вспышек не должна зависеть от длительности нажатия на спусковой крючок, так как иначе во время соревнований участники будут находиться в неравных условиях: один нажмет на спусковой крючок и удержит замкнутыми контакты выключателя дольше, чем другой. Кроме того, вспышки должны быть очень короткими, чтобы не допустить перемещения светового пятна по мишени в течение выстрела.

Электрическая схема электронного оружия показана на рис. 6-40. До нажатия на спусковой крючок конденсатор C_1 заряжается от батареи $Б_1$ через ограничительный резистор R_1, при нажатии на спусковой крючок происходит разряд конденсатора C_1 через лампочку $Л_1$. В этот момент происходит «выстрел». В перерывах между «выстрелами» конденсатор успевает полностью зарядиться. Подбором емкости накопительного конденсатора можно добиться короткой, но достаточно мощной вспышки света при удовлетворительном сроке службы лампочки.

Оформление электронного оружия — дело произвольное. Это может быть винтовка, охотничье ружье, пистолет. На рис. 6-41 пока-

зан один из вариантов электронного пистолета, собранного внутри детской игрушки-пистолета, а на рис. 6-42 — размещение деталей внутри него.

Детали пистолета можно изготовить и самостоятельно из дерева или металла. В рукоятке пистолета размещают батарею типа «Крона». Контактную систему можно изготовить из любых гибких хорошо пружинящих металлических пластин. Очень удобно использовать контактные пластины от электромеханических реле. Емкость конденсатора C_1 выбирают в пределах от 400 до 1 000 *мкф* на рабочее напряжение 12 *в*. Чем больше емкость конденсатора, тем ярче вспышка лампы и меньше срок ее службы. При значительном расстоянии до мишени емкость конденсатора следует увеличить. Если мы хотим изготовить пистолет, то конденсатор должен быть малогабаритным, например типа ЭТО.

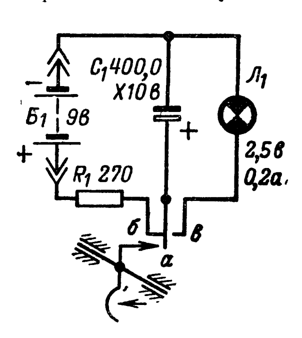


Рис. 6 40. Принципиальная схема электронного оружия.

Устройство фокусирующей системы — наиболее сложное во всей конструкции пистолета. Дело в том, что луч света на мишени должен образовать пятно диаметром не более 20 *мм*, иначе попасть в мишень будет слишком легко. Достичь этого можно с помощью отражателя сигнального фонарика и собирающей линзы, в фокусе которой размещена лампочка.

Для электронного тира можно сделать круглую мишень с «яблочком» в центре и небольшим белым полем вокруг или мишень в виде силуэта птицы или зверя. В мишени (рис. 6-43) прорезают небольшое отверстие, в которое вставляют светочувствительный элемент. При попадании импульса света на светочувствительный эле-

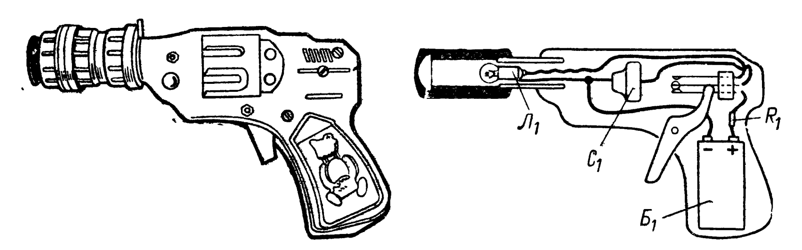


Рис. 6-41. Внешний вид пистолета.

Рис. 6-42. Схематическое устройство пистолета.

мент мишени сопротивление этого элемента резко меняется и на вход усилителя поступает импульс напряжения. Так как при «выстрелах» светочувствительный элемент может освещаться различным образом, на выходе усилителя могут быть импульсы различной формы и амплитуды. При этом исполнительное устройство работает нечетко. Поэтому импульс с выхода усилителя подается на спуско-

вое устройство, которое служит для создания импульсов неизменной формы и амплитуды при различных входных импульсах и тем самым обеспечивает надежное срабатывание исполнительного устройства. Исполнительное устройство вызывает срабатывание какого-то указателя попаданий (зажигает лампочку, опрокидывает мишень, поворачивает колесо счетчика и т. д.).

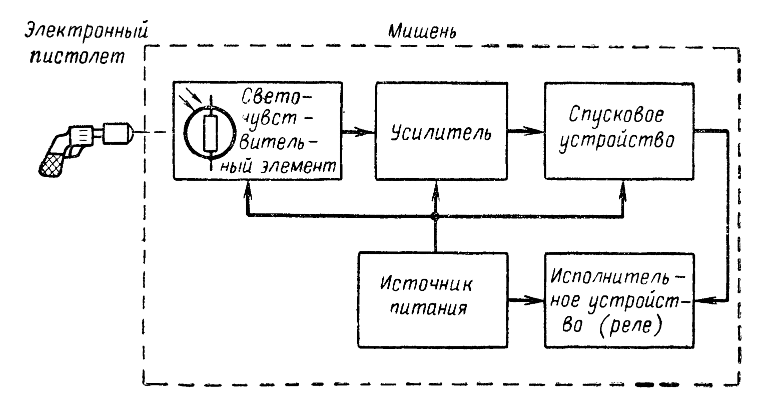


Рис. 6-43. Блок-схема мишени электронного типа.

Предлагается два варианта электронной мишени — транзисторный и ламповый. Первый из них менее чувствителен и рассчитан на стрельбу с расстояния 3—5 *м*. Ламповый вариант мишени имеет более высокую чувствительность и позволяет увеличить дальность стрельбы до 10 *м*. Если есть желание еще больше увеличить расстояние до мишени, то нужно поэкспериментировать с усилителем мишени, добавив, скажем, еще один каскад усиления или попробовать подобрать другой тип фоторезистора.

Принцип построения обоих вариантов мишени одинаков, разница состоит лишь в том, что в первом из них усилитель и спусковое устройство собраны на транзисторах, а во втором — на радиолампах. Транзисторный вариант мишени удобно сделать переносным и питать от гальванических батарей или от аккумуляторов (рис. 6-44). Такой переносный тир можно взять с собой даже в поход. Весит он немного и во время отдыха можно организовать интересные стрелковые соревнования.

В стационарных условиях питание транзисторной мишени можно осуществлять и от осветительной сети через выпрямитель.

Фоторезистор ФС-К1 (R_{13}) и резистор R_3 образуют делитель напряжения, с которого снимают напряжение смещения на базу транзистора T_1. Сопротивления этого делителя определяют режим работы транзистора по постоянному току. Луч света, «пуля», попадая на фоторезистор, вызывает резкое уменьшение его сопротивления. Это в свою очередь ведет к резкому изменению режима работы транзистора T_1. Нагрузкой эмиттерного повторителя служит резистор R_4, включенный в эмиттерную цепь транзистора.

Импульс напряжения с резистора R_4 поступает на вход следующего каскада усилителя, собранного на транзисторе T_2. Нагрузкой

второго каскада служит резистор R_6, с которого и снимают усиленный импульс. Режим второго каскада определяется резисторами R_2 R_3 и R_5. Эти резисторы включены так, что они в значительной степени определяют и режим эмиттерного повторителя. Выбор их величины определяет и усилительные свойства двух первых каскадов электронной мишени. Усиленный импульс через конденсатор C_3 поступает на полупроводниковый диод $Д_1$ и на делитель, состоящий из резисторов R_7 и R_8. Сопротивления резисторов этого делителя выбирают такими, чтобы диод был заперт. Величина напряжения, запирающего диод, в такой схеме около 0,5 *в*. Это означает, что все импульсы напряжением менее 0,5 *в* через диод не пройдут и испол-

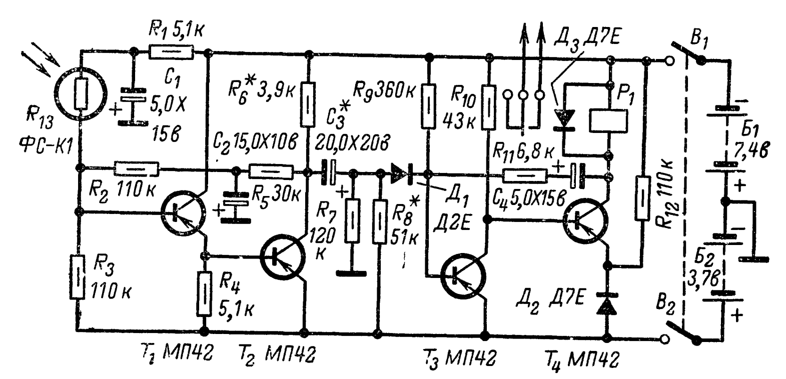


Рис. 6-44. Принципиальная схема транзисторной мишени.

нительное устройство не сработает. Такое включение диода необходимо для того, чтобы избежать ложных срабатываний мишени от случайных помех, а также от подсветки фоторезистора при попадании импульса света в мишень рядом с фоторезистором.

Если рабочий импульс больше 0,5 *в*, диод открывается и импульс проходит на базу транзистора спускового устройства. В описываемой мишени спусковое устройство собрано по схеме ждущего мультивибратора на транзисторах T_3 и T_4. В состоянии покоя транзистор T_3 открыт. Вследствие падения напряжения на прямом сопротивлении диода $Д_2$, создаваемого током, протекающим через резистор R_{12}, напряжение на эмиттере транзистора T_4 будет ниже, чем напряжение на его базе, и этот транзистор будет закрыт. Поскольку нагрузкой транзистора T_4 является обмотка исполнительного реле P_1, при закрытом транзисторе ток через обмотку не пойдет, якорь реле не будет притянут и контакты реле останутся разомкнутыми. Так будет продолжаться до тех пор, пока не будет подан пусковой импульс, выводящий схему из состояния покоя.

Как только луч света попадает на фоторезистор (вы поразили мишень), на входе эмиттерного повторителя появляется импульс напряжения. После усиления этот импульс в положительной полярности попадает на базу транзистора T_3 и он закрывается. Напряжение на коллекторе транзистора T_3 становится близким к напряжению питания, транзистор T_4 открывается и в обмотке реле P_1 появляется ток. Реле срабатывает, включая своими контактами сигналь-

ное устройство, указывающее на то, что вы попали точно в центр мишени.

После этого через резисторы R_9 и R_{11} и участок коллектор — эмиттер транзистора T_4 начинает перезаряжаться конденсатор C_4. Через некоторое время напряжение на базе транзистора T_3 достигнет такой величины, что этот транзистор откроется и через него потечет ток. Напряжение на коллекторе T_3, а следовательно, и на базе T_4 станет близким к нулю, транзистор T_4 закроется и все устройство перейдет в первоначальное состояние, т. е. в режим ожидания. В этом положении ток через обмотку реле P_1 прекратится и контакты реле разомкнутся.

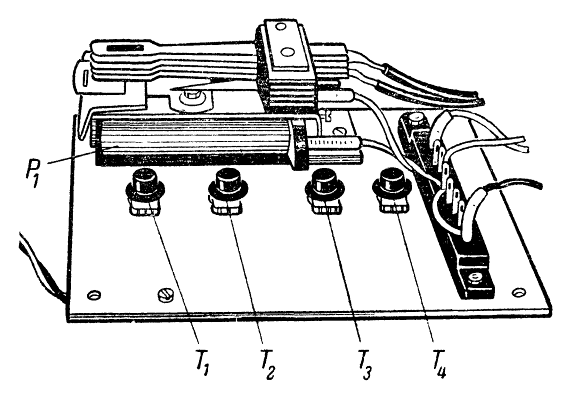


Рис. 6-45. Размещение деталей на плате транзисторной мишени.

При скачкообразном переключении мультивибратора ток в обмотке реле P_1 резко уменьшается и при этом в обмотке индуктируется значительная э. д. с. самоиндукции. Для того чтобы эта э. д. с. самоиндукции не вывела из строя транзистор T_4, так как при этом напряжение превышает допустимое на участке коллектор-эмиттер, параллельно обмотке реле включают диод $Д_3$. В этом случае э. д. с. самоиндукции уменьшается и транзистор оказывается вне опасности.

Все устройство транзисторной мишени питается от трех батарей типа КБС-Л-0,5, причем спусковое устройство питается от всех трех батарей, включенных последовательно, а усилитель на транзисторе T_2 — только от двух из них ($Б_1$). Потребляемый транзисторной мишенью ток не превышает 7—10 *ма*.

Конструкция транзисторного варианта мишени может быть произвольной. На рис. 6-45 показан один из вариантов размещения деталей мишени на монтажной плате. В данном варианте детали монтируются на пластине дюралюминия размерами 120×60 *мм*. Транзисторы установлены в специальные панели, провода питания и выходные цепи к исполнительному устройству укреплены на пятиконтактной колодке. Монтаж деталей выполнен на нижней стороне монтажной платы (рис. 6-46). Вместо дюралюминиевой платы можно использовать гетинаксовую или текстолитовую таких же разме-

ров и монтаж вести на контактных штырьках из медной луженой проволоки, вставленных в специально просверленные отверстия платы.

Детали для транзисторной мишени можно взять любые, лишь бы номиналы их соответствовали приведенным на принципиальной схеме. Если необходимо сделать мишень переносной, то нужно детали выбирать малогабаритными (резисторы типа УЛМ или МЛТ, конденсаторы типов ЭМ, ЭТО или К-50). Вместо диода Д2Е можно применить любой из серии Д2 или Д9, а вместо Д7Е можно использовать Д7 с любым буквенным индексом, а также Д226.

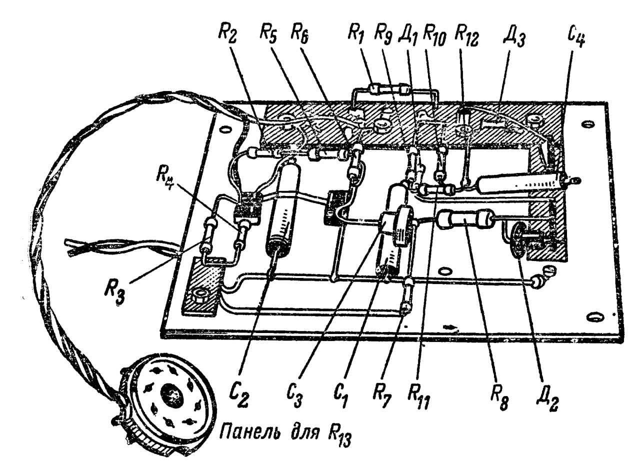


Рис. 6-46. Монтаж деталей транзисторной мишени.

Транзисторы могут быть любые низкочастотные из серии МП39—МП42 или П13—П16. Статический коэффициент усиления по току $B_{ст}$ у этих транзисторов должен быть не менее 30—40.

Напоминаем, что прежде чем приступить к монтажу, необходимо проверить исправность деталей. После сборки следует убедиться в правильности всех соединений по монтажной и принципиальной схемам и только после этого включать питание. Налаживание мишени сводится к такому подбору номиналов резисторов R_2, R_3, R_5, R_7, R_8, R_{11} и конденсаторов C_2—C_4, чтобы при освещении фоторезистора карманным фонарем четко срабатывало исполнительное устройство. Налаживание нужно производить при обычном дневном или электрическом свете, не допуская попадания на фоторезистор прямого света от окна или электрической лампочки. Импульс света от лампочки, установленной в пистолете, очень мал и поэтому очень важно тщательно настроить все каскады мишени. При налаживании может оказаться, что номиналы резисторов и конденсаторов будут отличаться от указанных на схеме в два-три раза. Этого не следует бояться, так как сопротивление фоторезистора ФС-К1 может отличаться от сопротивления фоторезистора, использованного в схеме, приведенной на рис. 6-44, и коэффициенты усиления транзисторов тоже могут быть другими.

Более чувствительную мишень, позволяющую «стрелять» с расстояния до 10 *м*, следует собирать на радиолампах (рис. 6-47). Блок-схема такой мишени и ее принцип действия такие же, как у транзисторной. Тот же фоторезистор типа ФС-КI является чувствительным элементом. Затем следует двухкаскадный усилитель и спусковое устройство (ждущий мультивибратор), нагрузкой которого является исполнительное реле или электромеханический счетчик.

При попадании света на фоторезистор R_{14} сопротивление фоторезистора уменьшается и на делителе R_3, R_{14} происходит перерасп-

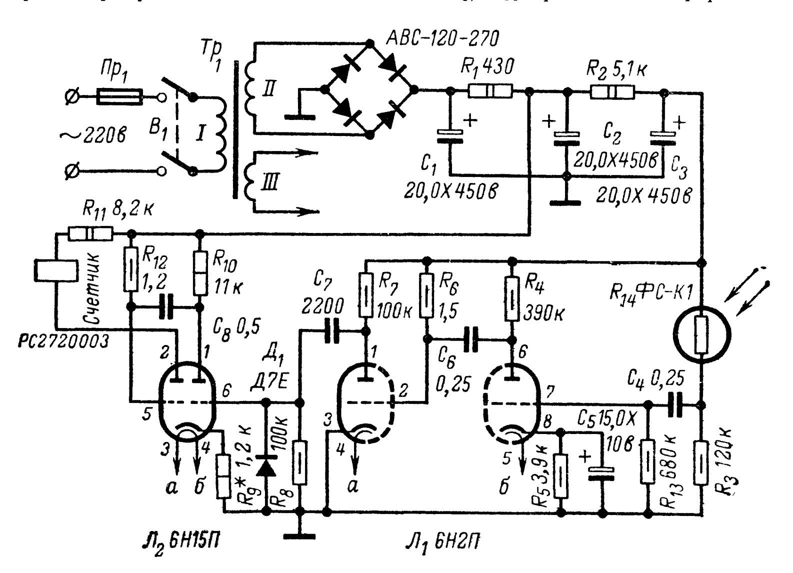


Рис. 6-47. Принципиальная схема ламповой мишени.

ределение напряжений. При этом на управляющую сетку правой половины лампы $Л_1$ подается импульс напряжения положительной полярности. Резистор R_4 является анодной нагрузкой первого каскада усиления, резистор R_5 и конденсатор C_5 образуют цепь автоматического смещения на управляющей сетке.

Входное сопротивление лампового усилительного каскада достаточно большое и в отличие от схемы транзисторной мишени входной импульс можно подавать прямо на усилитель без применения согласующих каскадов.

С анода правой половины лампы $Л_1$ усиленный импульс напряжения отрицательной полярности через конденсатор C_6 поступает на вход второго каскада усиления.

Второй каскад усиления собран на левой половине лампы $Л_1$ по несколько необычной схеме. На управляющую сетку этой половины лампы подано через резистор R_6 положительное напряжение от общего источника анодного напряжения и в катоде лампы отсутствует резистор автоматического смещения. Эта половина лампы бла-

годаря такому включению работает при положительном смещении или, как говорят, в режиме сеточных токов. В таком режиме происходит максимальное усиление отрицательной части импульса и отсечка положительного выброса импульса.

Анодной нагрузкой второго каскада усилителя является резистор R_7.

С анода второго каскада усиления импульс напряжения положительной полярности подается на дифференцирующую цепочку C_7 R_8. Напряжение с нее подается на управляющую сетку правой половины двойного триода $Л_2$, причем благодаря наличию диода $Д_1$ отрицательный выброс продифференцированного импульса срезается, а положительный поступает на спусковое устройство, собранное на триодах лампы $Л_2$.

Так же как и в транзисторном варианте, спусковое устройство представляет собой ждущий мультивибратор. В режиме ожидания правый триод лампы $Л_2$ заперт отрицательным смещением, образующимся на резисторе R_9 от анодного тока левого, открытого триода лампы $Л_2$. Отрицательное смещение поступает на управляющую сетку правой половины лампы через резистор R_8. Левая половина лампы $Л_2$ открыта и через обмотку счетчика (или исполнительного реле) течет ток. В этом состоянии схема может находиться как угодно долго. При поступлении на сетку правого триода лампы $Л_2$ положительного импульса, что происходит в момент поражения мишени, правый триод отпирается. При этом снижение напряжения на его аноде передается через конденсатор C_8 на сетку левого триода, вызывая уменьшение анодного тока левого триода. Это приводит к уменьшению отрицательного смещения на сетке правого триода $Л_2$ и, следовательно, к дальнейшему росту анодного тока правого триода и соответствующему уменьшению его анодного напряжения. Развивается лавинообразный процесс, который приводит к запиранию левого триода $Л_2$. Ток через обмотку счетчика прекращается.

После запирания левого и отпирания правого триода лампы $Л_2$ начинается перезаряд конденсатора C_8 по цепи резистор R_{12} — конденсатор C_8 — правый триод $Л_2$ — резистор R_9.

По истечении некоторого времени напряжение на сетке левого триода становится равным напряжению отпирания, через левый триод начинает проходить анодный ток, вызывающий увеличение напряжения на катоде.

Анодный ток правого триода $Л_2$ уменьшается, что приводит к росту анодного напряжения правого триода и сеточного напряжения левого триода и к дальнейшему увеличению тока левого триода.

Происходит обратное опрокидывание, переводящее схему в начальное устойчивое состояние, при котором правый триод $Л_2$ заперт, а левый отперт. В момент обратного переброса ждущего мультивибратора срабатывает счетчик, фиксирующий попадание в мишень.

Резистор R_{11} ограничивает ток через обмотку счетчика до 10 *ма*. Если использовать другой счетчик или реле, обмотка которого имеет сопротивление больше 8 *ком*, то этот резистор можно не ставить. Через резистор R_{12} на сетку левого триода подается положительное напряжение от общего выпрямителя для того, чтобы этот триод в режиме ожидания был все время открыт.

Питание лампового варианта электронной мишени производится от сети переменного тока. Блок питания состоит из трансформатора питания $Тр_1$, селенового выпрямителя АВС-120-270 и двухзвенного

фильтра анодного питания на конденсаторах C_1—C_3 и резисторах R_1 и R_2. Напряжение на спусковое устройство подается после первой ячейки фильтра, напряжение на усилительные каскады — после второй ячейки.

Внешний вид лампового варианта электронной мишени приведен на рис. 6-48, а монтаж деталей показан на рис. 6-49. Все детали мишени, кроме фоторезистора и резистора R_3, монтируют на дюралюминиевом П-образном шасси. Можно использовать для шасси и листовую сталь, но ее труднее обрабатывать.

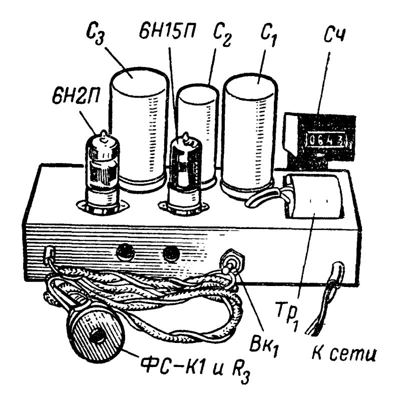


Рис. 6-48 Размещение деталей на шасси мишени.

Трансформатор $Тр_1$ можно использовать готовый, например от сетевого вещательного приемника типа «Рекорд», можно изготовить его и самому. Для этого необходим сердечник, набранный из трансформаторных пластин Ш-20 при толщине набора 37 *мм*.

Сетевая обмотка *I* состоит из 1 200 витков провода ПЭЛ 0,25 с отводом от 695-го витка для сети напряжением 127 *в*. Анодная обмотка *II* имеет 1 200 витков провода ПЭЛ 0,15, накальная обмотка *III* имеет 36 витков провода ПЭЛ 1,0.

После того как будет закончен монтаж ламповой мишени, следует прежде всего убедиться в том, что все соединения сделаны правильно. Затем, не вставляя ламп в ламповые панели, включите питание и проверьте напряжение на лепестках ламповых панелей. На анодных лепестках должно быть около 270 *в* постоянного напряжения. Если на лепестках ламповых панелек есть напряжения питания, выключите общим выключателем B_1 сетевое напряжение, вставьте лампы и, снова включив сетевое напряжение, проверьте напряжения на электродах ламп.

Измерения нужно производить спустя 2—3 *мин* после включения питания. Это время необходимо для того, чтобы катоды ламп успели нагреться до рабочей температуры. После прогрева вы заметите резкое уменьшение постоянного напряжения на анодах лампы $Л_1$. Оно будет около 100 *в*. То же самое произойдет на аноде левой половины лампы $Л_2$, где напряжечие снизится до 130 *в*. Полное анодное напряжение (около 270 *в*) останется только на аноде правой половины лампы $Л_2$.

При нормальных напряжениях питания усилитель налаживания не требует и начинает работать нормально сразу после включения питания. При нечеткой работе спускового устройства прежде всего следует добиться того, чтобы правая половина лампы $Л_2$ была закрыта, а левая — открыта. Этого добиваются изменением величины сопротивления резистора R_9

Возможно потребуется подобрать и сопротивление резистора R_{11}, что необходимо бывает тогда, когда используют вместо указанного на схеме электромеханического счетчика реле или счетчик другого типа.

Чтобы избавиться от влияния постороннего освещения, следует затемнить фоторезистор с помощью круглого тубуса. Можно несколько повысить чувствительность мишени, установив в тубусе собирающую линзу так, чтобы фоторезистор находился в фокусе линзы. Для определения места установки фоторезистора зажгите настольную

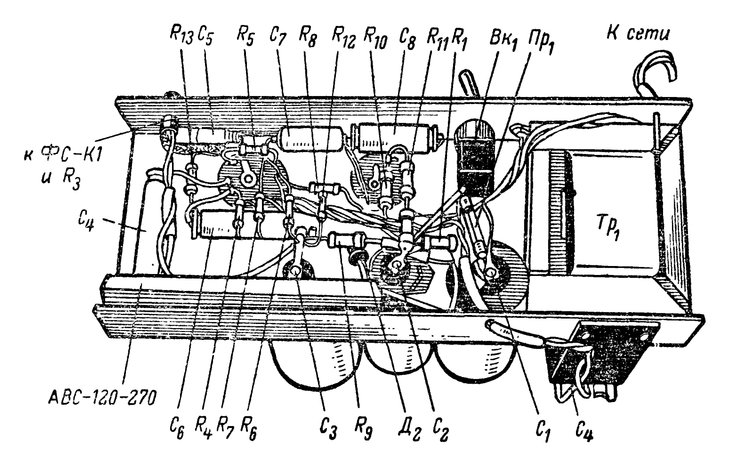


Рис. 6-49. Монтаж деталей ламповой мишени.

лампу и направьте свет от нее через линзу на лист бумаги. Измерьте расстояние между линзой и бумагой в тот момент, когда на листе бумаги появится четкое изображение нити накала лампочки или рисунка абажура. Фоторезистор нужно поместить на таком же расстоянии от линзы.

На разные голоса

Звучащая игрушка гораздо занимательней и интересней, чем обычная, немая, а озвучить можно практически любую игрушку.

Для озвучания игрушек удобно использовать один или несколько электронных генераторов низкой частоты. В отличие от механических «пищалок», которые устанавливают внутри многих игрушек, электронный генератор не требует для извлечения звука механического воздействия на игрушку. Для включения электронного генератора, имитирующего тот или иной звук, достаточно включить небольшой кнопочный выключатель, замаскированно расположенный на игрушке.

Существуют и бесконтактные системы включения таких генераторов, используя которые, можно заставить звучать игрушку, поднося к ней руку или какой-либо предмет.

Кроме того, в отличие от механической «пищалки» посредством электронного генератора можно добиться большей естественности подражания звукам. Электронный генератор долговечнее и надежнее механического имитатора звуков. В последнее время появились электромеханические игрушки, где нажим на меха «пищалки» создается

микроэлектродвигателем постоянного тока, питающегося от встроенной батареи. Однако такие системы озвучения недостаточно надежны и не экономичны.

Итак, мы останавливаемся на озвучивании игрушек с помощью электронного генератора. С помощью такого генератора игрушечную кошку можно заставить мяукать, птицу — петь соловьем, пожарную машину — подавать звук сирены.

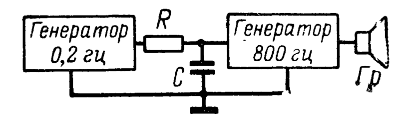


Рис. 6-50. Блок-схема имитатора «Мяу».

О том, как сделать самому такие озвученные игрушки, и рассказывается здесь.

Наиболее простым имитатором голосов некоторых зверей и птиц является устройство, состоящее из двух электронных генераторов низкой частоты. Один из этих генераторов работает на частоте 0,2—0,3 *гц*, а второй генерирует напряжение с частотой 600—800 *гц*. Если соединить их между собой как показа-

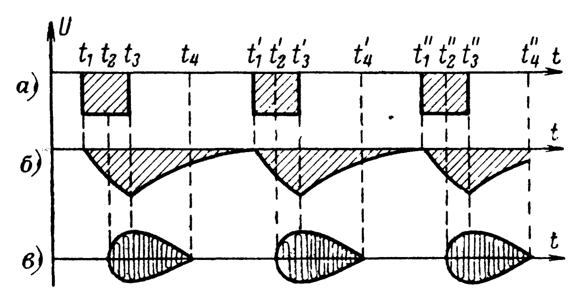


Рис. 6-51. Диаграммы напряжений имитатора «Мяу».

но на блок-схеме (рис. 6-50), то, изменяя номиналы некоторых деталей, можно имитировать голоса животных или птиц. Первый генератор (более низкочастотный) подает на цепочку *RC* прямоугольные импульсы отрицательной полярности (рис. 6-51, *а*).

Импульс первого генератора начинается в момент времени t_1. В это время второй генератор не работает, так как его транзистор заперт. С момента времени t_1 отрицательное напряжение на конденсаторе *C* начинает увеличиваться и в момент времени t_2 достигает значения, достаточного для создания условий генерации второго генератора, который до этого момента не работал. Начиная с этого момента второй генератор начинает работать, выдавая синусоидальное напряжение с частотой 800 *гц*. Амплитуда колебаний второго генератора возрастает по мере роста отрицательного напряжения на конденсаторе *C*. Это продолжается до момента времени t_3, т. е. до тех пор, пока длится импульс, поступающий от первого генератора. С этого момента конденсатор *C* начинает разряжаться и отрицательное напряжение на нем уменьшается (рис. 6-51, *б*). Это приводит к тому, что амплитуда колебаний второго генератора с момента време-

ни t_3 тоже уменьшается. Так продолжается до тех пор, пока напряжение на конденсаторе C не достигнет значения, при котором второй генератор прекращает работу (момент t_4 на рис. 6-51). Напряжение на конденсаторе C продолжает плавно убывать, второй генератор остается запертым.

Как только с первого генератора на конденсатор C поступит очередной импульс (момент t_1' на рис. 6-51), все описанное выше повторится.

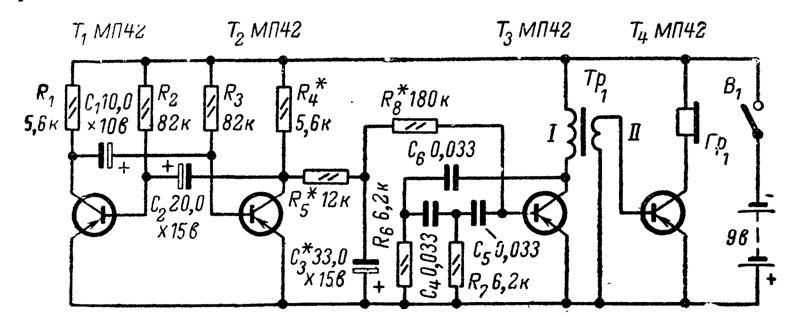


Рис. 6-52. Принципиальная схема имитатора «Мяу».

Принципиальная схема генератора, имитирующего мяукание кошки, изображена на рис. 6-52. Первый генератор, вырабатывающий импульсы с частотой 0,2 *гц*, собран на транзисторах T_1 и T_2 по схеме несимметричного мультивибратора. Несимметричным этот мультивибратор назван потому, что пауза между импульсами не равна длительности импульса.

Генерируемые мультивибратором прямоугольные импульсы отрицательной полярности периодически через резистор R_5 поступают на конденсатор C_3.

При подаче отрицательного импульса (транзистор T_2 закрыт) конденсатор C_3 заряжается, при отсутствии импульса (транзистор T_2 открыт) разряжается. Периодически меняющееся напряжение на конденсаторе C_3 (рис. 6-51, *б*) через резистор R_8 подается на базу транзистора T_3, на котором собран второй генератор, работающий на частоте 800 *гц*. Изменение напряжения на базе транзистора T_3 приводит к изменению амплитуды колебаний, генерируемых вторым генератором (рис. 6-51, *в*).

Второй генератор собран по схеме *RC*-генератора. Фазовращающей цепью, необходимой для создания условий возникновения колебаний, служат конденсаторы C_4 и C_5 и резисторы R_6 и R_7. Конденсатор C_6 — конденсатор обратной связи.

Напряжение, развиваемое вторым генератором, недостаточно для отчетливой работы громкоговорителя (кошка «мяукает» очень тихо). Для повышения напряжения, полученного от второго генератора, предназначен усилитель низкой частоты, собранный на транзисторе T_4. С вторичой обмотки трансформатора Tp_1, являющегося нагрузкой второго генератора, напряжение сигнала подается на базу транзистора T_4. Усиленное напряжение преобразуется в звуки «мяу» с по-

мощью телефонного капсуля типа ДЭМ-4М или ДЭМШ-1, включенного в коллекторную цепь транзистора T_4.

Оба генератора смонтированы на гетинаксовой плате размерами 120×55 *мм*. Расположение деталей на плате показано на рис. 6-53. Все транзисторы, используемые для генераторов и усилителя низкой частоты, могут быть любыми маломощными низкочастотными. Желательно, чтобы статический коэффициент $B_{ст}$ у них был примерно 30—60, а транзисторы T_1 и T_2 имели бы эти коэффициенты по возможности близкими друг к другу.

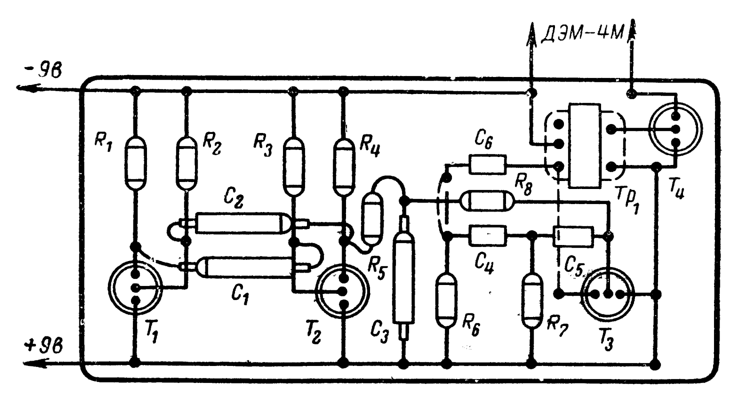


Рис. 6-53. Размещение деталей на плате имитатора «Мяу».

В конструкции желательно использовать малогабаритные детали: резисторы типа УЛМ, конденсаторы МБМ, электролитические конденсаторы типов ЭМ, ЭМИ, К50-3 или К50-6.

Схемы генераторов несложны и, если при монтаже не было допущено ошибок и использовались исправные детали, оба генератора сразу же начинают работать. Однако желаемой имитации звуков, как правило, сразу после включения питания не получится.

Необходимо подобрать сопротивление резистора R_5 и емкости конденсаторов C_1 и C_2, чтобы длительность импульсов и промежутков между ними соответствовала правильному характеру звучания. Кроме этого характер звучания, его тембровая окраска определяются сопротивлениями резисторов R_5 и R_8 и емкостью конденсатора C_3. На высоту тона звучания влияют величины емкостей конденсаторов C_4 и C_5, а также значения сопротивлений резисторов R_6 и R_7.

Следует заметить, что при подборе желаемой частоты и тона звучания величины указанных деталей могут быть изменены в очень значительных пределах.

Если от игрушки не требуется громкого звучания, можно исключить оконечный усилитель, собранный на транзисторе T_4. В этом случае нагрузку оконечного каскада, капсюль ДЭМ-4М, можно включить вместо первичной обмотки трансформатора $Тр_1$. В качестве трансформатора $Тр_1$ можно использовать согласующий трансформатор от любого транзисторного приемника. Первичной обмоткой служит одна из половин вторичной обмотки фабричного трансформатора. Оба ге-

нератора питаются от одной батареи типа «Крона», запаса энергии которой достаточно для 50 *ч* непрерывной работы устройства.

Смонтированную и налаженную плату генераторов помещают в пластмассовый корпус по размерам платы и вместе с источниками питания и капсюлем располагают внутри мягкой игрушки, предварительно частично удалив набивку. Выключатель B_1 может быть вы-

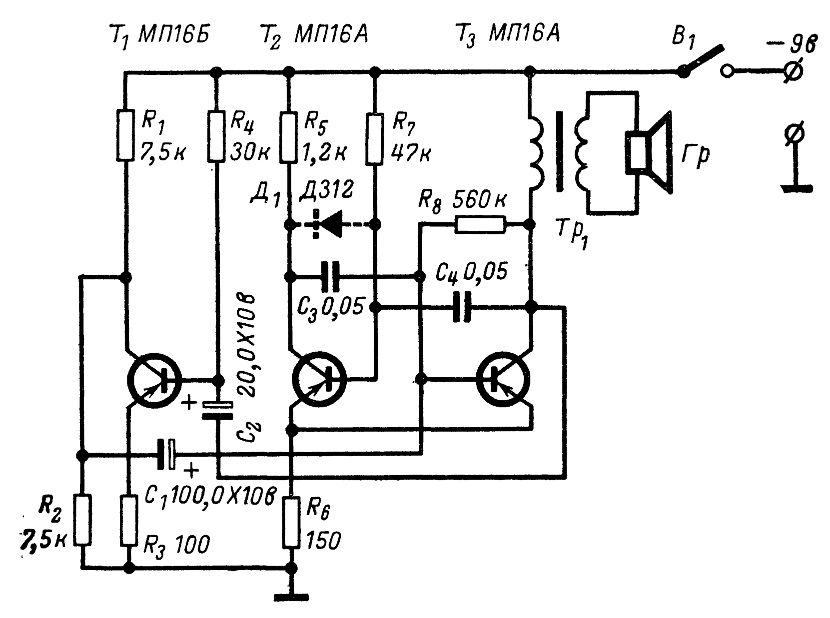


Рис. 6-54. Принципиальная схема имитатора соловья.

полнен в виде двух гибких пластин, например от контактов реле. Этот выключатель можно разместить в различных частях тела игрушки и, незаметно нажимая на него, включать генераторы. Включать игрушку можно и дистанционно, используя в качестве выключателя любой тумблер или кнопку, соединенную с платой генераторов тонкими гибкими проводами.

В заключение следует сказать, что подбирая величины деталей обоих генераторов, можно добиться совершенно иных звуков, напоминающих, например, плач грудного ребенка или какие-либо другие звуки.

С помощью электронных генераторов можно добиться хорошей имитации пения соловья. Один из вариантов схемы электронного соловья изображен на рис. 6-54. Как видно из этой схемы, устройство состоит из двух несимметричных мультивибраторов, собранных на трех транзисторах. В этом заключается некоторая особенность схемы.

Первый мультивибратор собран на транзисторах T_1 и T_3. База T_1 соединена с коллектором T_3 через конденсатор C_2, а база T_3 соединена с коллектором T_1 через конденсатор C_1.

Этот мультивибратор генерирует прямоугольные импульсы с частотой приблизительно 10 *гц*. Частота генерации зависит от величин емкостей конденсаторов C_1 и C_2 и сопротивлений резисторов R_4 и R_8. Этой частотой определяется время между трелями соловья.

Второй мультивибратор собран на транзисторах T_2 и T_3. База T_2 соединена с коллектором T_3 через конденсатор C_4, а база T_3 соединена с коллектором T_2 через конденсатор C_3. Частота колебаний, генерируемых этим мультивибратором, составляет 2 500 *гц* и определяется емкостью конденсаторов C_3 и C_4, а также сопротивлением резисторов R_7 и R_8. Работает все устройство следующим образом. После замыкания выключателя B_1 напряжение питания поступает на транзисторы. Конденсатор C_1 начинает заряжаться до напряжения, открывающего транзистор T_3. Как только этот транзистор откроется, оба мультивибратора начинают работать, и в громкоговорителе будут слышны звуки, напоминающие соловьиную трель. Так будет продолжаться 5—6 *сек*, после чего наступает пауза на 20 *сек*, и затем снова появляется звук. На рис. 6-55 показаны осциллограммы напряжений, выдаваемых первым и вторым мультивибраторами, а также суммарное напряжение, поступающее в громкоговоритель.

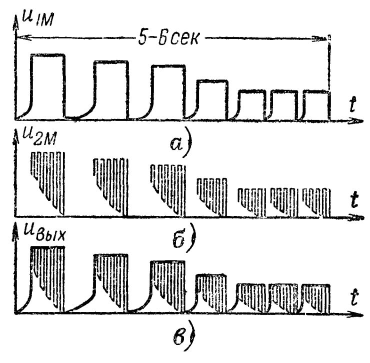


Рис. 6-55. Осциллограммы напряжений имитатора соловья.

Импульсы первого мультивибратора создают элементы соловьиной трели, амплитуда импульсов определяет громкость звучания. Частота импульсов второго мультивибратора влияет на тональность суммарных колебаний.

Собранный имитатор начинает работать сразу после подачи питания. Налаживание его сводится к подбору частоты генерирования импульсов первым и вторым мультивибратором. Изменение частоты первого мультивибратора производится подбором сопротивления резистора R_4 и емкости конденсатора C_2. Необходимая частота генерирования импульсов второго мультивибратора подбирается изменением емкости конденсаторов C_3 и C_4. В том случае, если частота генерации не повышается несмотря на значительное уменьшение емкостей этих конденсаторов и мультивибратор начинает работать неустойчиво, между базой и коллектором транзистора T_2 можно включить диод, как показано пунктиром на схеме рис. 6-54.

Время пауз между трелями определяется емкостью конденсатора C_1 и опротивлениями резисторов R_2 и R_8. При неправильном выборе их разряд конденсатора может иметь такой характер, что колебания мультивибратора не будут срываться. В этом случае нужно увеличивать сопротивления резисторов R_2 и R_8. В качестве транзисторов можно использовать любые низкочастотные транзисторы с коэффициентом усиления по току $В_{ст}$ не менее 30. Трансформатор $Тр_1$ должен иметь большую индуктивность. В этой конструкции использован трансформатор с сердечником из стандартных трансформа-

торных пластин Ш-16 при толщине набора 32 *мм*. Первичная обмотка содержит 1 800 витков провода ПЭЛ 0,1, вторичная 80 витков провода ПЭЛ 0,6. Источником питания может служить батарея «Крона» или аккумулятор 7Д-0,1.

Очень эффектны движущиеся транспортные игрушки (например, пожарная машина), оборудованные сигналом типа сирена. Такую си-

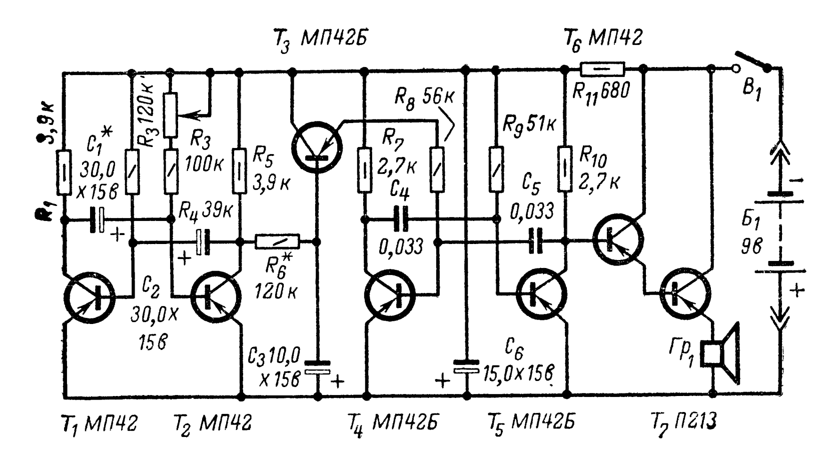


Рис. 6-56. Принципиальная схема электронной сирены.

рену можно изготовить из нескольких радиодеталей, собрав их на небольшой плате из изоляционного материала. Размеры платы нужно выбирать такими, чтобы она могла разместиться внутри кузова игрушки. Для получения громкого звука сирены необходим достаточно мощный, а следовательно, и большой громкоговоритель, поэтому размеры игрушки должны быть значительными.

Принципиальная схема электронной сирены изображена на рис. 6-56. В этом устройстве используются два генератора (мультивибратора), модуляторный каскад и усилитель низкой частоты. Первый генератор собран на транзисторах T_1 и T_2. Это генератор «медленных» импульсов, частота следования которых при указанных на схеме номиналах деталей, составляет 1 импульс в 2,5—3 *сек*. Этот генератор служит для управления вторым генератором, который генерирует импульсы с переменной частотой, образующей звук сирены. Второй генератор собран на транзисторах T_4 и T_5. При работе первого генератора «медленные» импульсы (один в 2,5—3 *сек*) периодически заряжают конденсатор C_3 через резистор R_6. С изменением напряжения этого конденсатора изменяется напряжение на базе регулирующего транзистора T_3, а вместе с этим меняется и внутреннее сопротивление и падение напряжения на этом транзисторе. Через регулирующий транзистор и резистор R_8 смещение поступает на базу транзистора T_4, входящего в состав второго генератора. Изменение напряжения смещения на базе T_4 ведет к изменению частоты импульсов, генерируемых вторым генератором. Периодически, с частотой импульсов первого генератора, повторяющиеся заряд и разряд конден-

сатора C_3 приводят к плавному изменению частоты второго генератора, причем при заряде конденсатора частота второго генератора возрастает, при разряде становится меньше. На слух это воспринимается как звук сирены. Напряжения и токи, получаемые со второго генератора, недостаточны для того, чтобы получить громкий звук, поэтому потребовался усилитель на транзисторах T_6 и T_7. На-

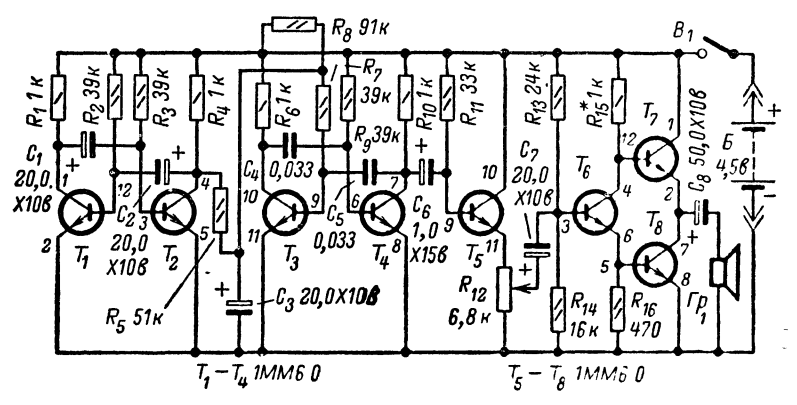


Рис. 6-57. Принципиальная схема сирены на блоках 1ММ-6.

грузкой «сирены» служит громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 6—20 *ом.*

Сигнализатор «сирена» монтируется на плате из листового изоляционного материала (гетинакс, текстолит) толщиной 1—1,5 *мм.* Размеры платы 130×45 *мм.* Если использовать малогабаритные детали, то размеры платы можно уменьшить. Налаживание сирены производится в следующем порядке: отсоединяют резистор R_6 от коллектора транзистора T_2 и подбором резистора R_3 и изменением емкости конденсаторов C_1 и C_2 добиваются того, чтобы первый мультивибратор генерировал импульсы с частотой 0,4 *гц* (один импульс за 2,5 *сек*). Частоту импульсов можно прослушать в головных высокоомных телефонах, подключенных параллельно резистору R_5.

После этого налаживают генератор основного тона (транзисторы T_4 и T_5). Для этого отсоединяют провод от эмиттера T_3, присоединяют его к общему минусовому проводу питания и включают генератор с усилителем. При исправном генераторе в громкоговорителе должен быть слышен громкий и чистый тон частотой около 1 000 *гц.* При исправных деталях и правильном монтаже генератор работает без дополнительной настройки. Затем восстанавливают все соединения в соответствии с принципиальной схемой и подбирая величины деталей, отмеченные на схеме звездочками, добиваются желаемого ритма и тона работы сирены.

В последнее время в продаже появился миниатюрный блок 1ММ-6, состоящий из четырех транзисторов. На двух таких блоках можно собрать сигнализатор-сирену, схема которой изображена на рис. 6-57. Отличие по схеме от предыдущего сигнализатора состоит в отсутствии регулирующего транзистора и в ином построении оконечного усилителя. В этом сигнализаторе периодически меняющееся напря-

жение на конденсаторе C_3 подается через резистор R_7 непосредственно на базу одного из транзисторов генератора основного тона. Резистор R_8, через который поступает дополнительное смещение на базу T_3, необходим для более плавного нарастания и уменьшения звука сирены, который без этого резистора получается прерывистым из-за срыва колебаний основного генератора при окончании разряда конденсатора C_3.

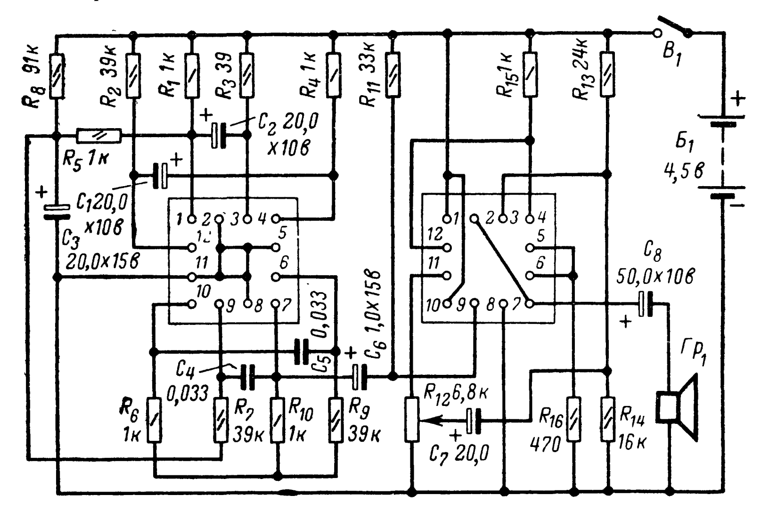


Рис. 6-58. Схема включения блоков 1ММ-6 электронной сирены.

Оба генератора собраны на одном блоке 1ММ-6. Второй блок использован в усилителе низкой частоты. Первый каскад усилителя (транзистор T_5) — эмиттерный повторитель. Имея относительно высокое входное сопротивление, он не шунтирует выходные цепи генераторов, создавая тем самым условия для стабильной работы источника сигнала.

Переменный резистор R_{12} служит для регулировки громкости.

Следующий каскад, собранный на транзисторе T_6, является фазоинвертором. С него снимают противофазные напряжения сигнала, необходимые для нормальной работы выходного двухтактного каскада на транзисторах T_7 и T_8.

Блоки 1ММ-6 состоят из миниатюрных транзисторов, с которых нельзя получить большой выходной мощности. В отличие от предыдущей сирены, усилитель НЧ которой обеспечивал мощность около 1 *вт*, этот усилитель развивает мощность около 0,1 *вт*.

Налаживание сирены, собранной на блоках 1ММ-6, не отличается от налаживания сирены, выполненной на обычных транзисторах. Следует только учитывать, что для нормальной работы оконечного каскада усилителя необходимо, чтобы на коллекторе транзистора T_8 была половина напряжения питания. Схема включения блока 1ММ-6 на монтажной плате показана на рис. 6-58, а внешний вид монтажных

плат — на рис. 6-59. Описанные сирены можно упростить за счет установки в усилителях низкой частоты одного мощного транзистора.

Можно схемы сирен выполнить как двухтональные генераторы. В этом случае будет слышно два сигнала, звучащие попеременно.

Схема двухтонального генератора показана на рис. 6-60. Транзисторы T_1 и T_2 образуют мультивибратор, генерирующий «медленные» импульсы с частотой один импульс в 2—3 *сек*. Транзисторы T_3, T_4 и T_5 входят в состав двух мультивибраторов. Первый из них собран на транзисторах T_3, T_4 второй — на транзисторах T_4 и T_5. Первый мультивибратор генерирует частоту около 200 *гц*, второй — около 1 000 *гц*. Мультивибраторы включаются поочередно управляющим генератором. Происходит это следующим образом. Когда открыт транзистор T_1, транзистор T_2 закрыт. Сопротивление открытого транзистора мало и, следовательно, база транзистора T_5 через резистор R_9 и открытый транзистор T_1 соединена с общим плюсовым проводом. Это приводит к тому, что T_5 закрывается и работает мультивибратор на транзисторах T_3, T_4 генерирующий частоту 200 *гц*. Через 2—3 *сек* тран-

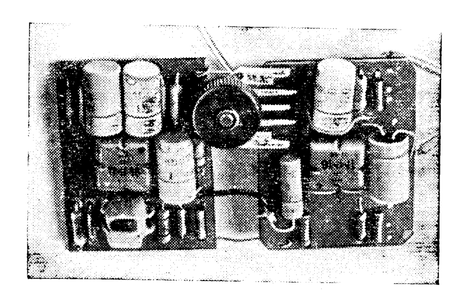


Рис. 6-59. Внешний вид монтажной платы.

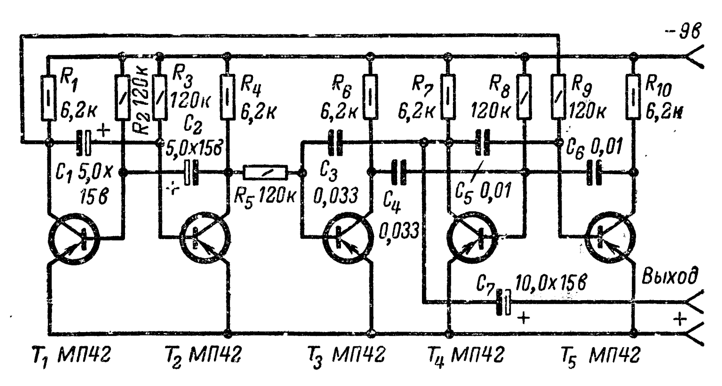


Рис. 6-60. Принципиальная схема двухтонального генератора.

зистор T_1 закрывается, а T_2 открывается. При этом база транзистора T_3 через резистор R_5 и открытый транзистор T_2 соединяется с общим плюсовым проводом и T_3 закрывается, выключаясь из работы. Возросшее сопротивление транзистора T_1 совместно с резистором R_1 образует делитель, с которого на базу T_5 подается смещение, открывающее его. Транзистор T_5 включается в работу, и мультивибратор

на транзисторах T_4, T_5 генерирует импульсы частотой 1 000 *гц*. По прошествии 2—3 *сек* процесс переключения генератора повторяется. Изменение частоты генераторов производится подбором величин конденсаторов C_3—C_6.

Напряжение на выходе такого генератора невелико, и поэтому для повышения громкости звучания нужен усилитель низкой частоты.

Электронные звонки

Во всех современных квартирах установлены электрические звонки. Резкий дребезжащий звук такого звонка подчас вызывает неприятные ощущения. Кроме того, первичная обмотка звонкового трансформатора круглосуточно включена в электрическую сеть, что

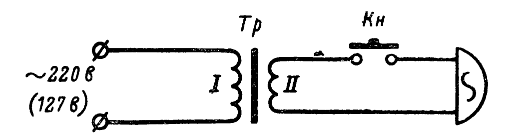


Рис. 6-61. Схема включения электрического звонка.

приводит к бесполезной трате электроэнергии. Необходимость в звонковом трансформаторе вызвана требованиями техники безопасности. Нельзя подводить на кнопку звонка один из проводов сети, так как если случайно выскочит изолированная кнопка, при нажатии на оголенные контакты можно получить опасный удар электрическим током. Поэтому-то в звонках устанавливают понижающий трансформатор и на кнопку подают напряжение не более 24 *в*. Однако в последнее время появились звонки, электрическая изоляция и конструкция кнопки которых таковы, что исключают поражение электрическим током. В таком звонке на контакты кнопки можно подвести сетевое напряжение. В этом случае звонок будет экономичным, так как электрическая энергия будет расходоваться только тогда, когда звонит звонок. Можно также сделать электронный звонок с питанием от низковольтных источников, например от гальванической батареи. В этом случае и звук, издаваемый звонком, можно сделать мелодичным и приятным, и энергия батареи будет расходоваться только тогда, когда звонок работает.

Ниже рассматривается несколько вариантов таких звонков, предложенных инженером В. А. Кривопаловым.

На рис. 6-61 изображена схема включения обычного квартирного электрического звонка. Воспользовавшись деталями, входящими в такой звонок, можно собрать простой электронный генератор, который будет работать так же, как обычный звонок, но питать его уже можно от батареи типа «Крона» или аккумуляторов 7Д-0,1, а не от сети. Подбирая детали генератора (сопротивление резистора R_1 и емкость конденсатора C_1), можно менять частоту генерации, а следовательно, и частоту ударов молоточка о чашку звонка.

Схема электронного звонка изображена на рис. 6-62. Соединения деталей настолько просто сделать, что специального пояснения мож-

таж не требует. Трансформатор $Тр_1$ и кнопка $Кн_1$ взяты от обычного звонка. Добавляется только транзистор T_1 типа П216 (П4, П210), резистор R_1 типа МЛТ или ВС и конденсатор C_1 типа МБГО или МБ.

По схеме это обычный блокинг-генератор, который начинает работать сразу же после подключения питания. Налаживание такого генератора сводится к тому, что при отсутствии генерации следует поменять местами выводы вторичной обмотки трансформатора и подобрать величины R_1 и C_1, добиваясь желаемой частоты ударов о чашку звонка. Значительно увеличив емкость конденсатора C_1, можно добиться того, что будут прослушиваться отдельные удары молоточка.

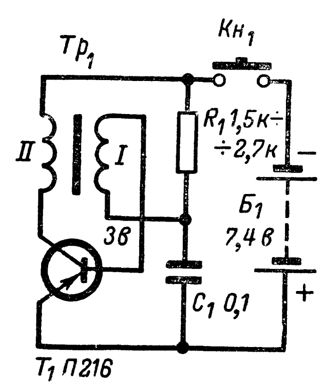


Рис. 6-62. Принципиальная схема электронного звонка.

Все детали, кроме батареи питания, можно разместить под чашкой звонка, и по внешнему виду электронный звонок не будет отличаться от обычного. Звук, издаваемый им, также будет похож на звук обыкновенного электрического звонка. Но звонок станет экономичным и безопасным. Одной батарейки типа «Крона» хватает на год и даже больше, так как расход энергии происходит только в то время, когда замкнуты контакты кнопки, т. е. в то время, когда звенит звонок.

Используя некоторый опыт, накопленный при изготовлении простого электронного звонка, можно собрать более сложный звонок, который будет не звенеть, а издавать приятный мелодичный звук. Только это будет не звонок, а скорее электронный сигнализатор. В основе такого сигнализатора должен быть электронный звуковой генератор, а источником звука может служить малогабаритный громкоговоритель или головной телефон.

Рис. 6-63. Блок-схема звонка-сигнализатора.

На рис. 6-63 изображена блок-схема электронного звонка-сигнализатора. При нажатии на кнопку подается питание на звуковой генератор, и громкоговоритель излучает звук с частотой, на которой работает генератор. Собрав генератор на транзисторах, можно получить экономичный сигнализатор, включающийся сразу же, как только на него подадут питание. Недостатком такого звукового сигнализатора является то, что он издает звук одного тона. Можно подобрать частоту звукового генератора такой, что он будет напоминать гудок паровоза или теплохода, можно звук сделать резким и пронзительным. Это зависит от номиналов деталей, входящих в звуковой генератор. Принципиальная схема звукового сигнализатора приведена на рис. 6-64.

Задающим генератором звуковой частоты служит мультивибратор, собранный на транзисторах T_1 и T_2. Частота генерируемых колебаний, а следовательно, и высота звука, издаваемого сигнализатором, определяется постоянной времени базовых цепей транзисторов генераторов (R_2C_1 и R_3C_2).

Напряжение, развиваемое мультивибратором, недостаточно для обеспечения необходимой громкости звучания громкоговорителя, поэтому в сигнализаторе помимо генератора есть усилитель, выполненный на транзисторах T_3—T_5. Первый усилительный каскад собран на транзисторе T_3 по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой каскада служит резистор R_7, с которого усиленное напряжение поступает непосредственно на базу T_4 — следующего каскада усиления. Резистор R_5 — переменный, с его помощью можно менять смещение на базе транзистора T_3. Два последних каскада усилителя связаны с первым и между собой гальванически, поэтому, меняя режим работы транзистора T_3, мы автоматически задаем режимы работы каскадов, собранных на транзисторах T_4 и T_5. Резистор R_8 и конденсатор C_4 образуют развязывающий фильтр, предотвращающий нежелательные связи в усилителе через источник питания.

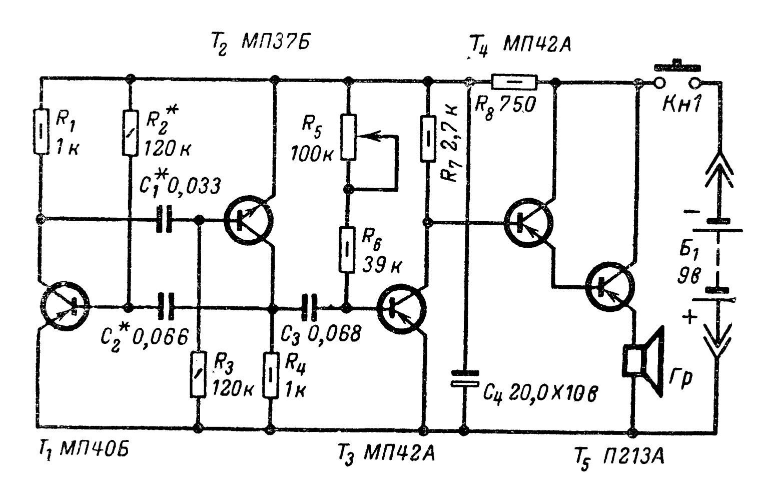


Рис. 6-64. Принципиальная схема звонка-сигнализатора.

Второй и третий каскады усилителя представляют собой составной эмиттерный повторитель. Такая схема включения двух последних транзисторов обеспечивает необходимое усиление по току, и, что самое главное, позволяет хорошо согласовать сопротивление нагрузки с выходным сопротивлением усилителя. В рассматриваемом усилителе в качестве нагрузки можно использовать громкоговорители 0,1ГД-6, 1ГД-18 и другие, с сопротивлением звуковой катушки постоянному току от 6 до 20 *ом*.

Монтажная плата звукового сигнализатора изображена на рис. 6-65. Материал платы — текстолит или гетинакс толщиной 1,5—

2 *мм*. Расположить детали на плате можно иначе, здесь приведен один из возможных вариантов монтажа. Собранную плату помещают в металлический или пластмассовый корпус, изготовленный по размерам платы с учетом размеров примененных источников питания. Питать сигнализатор можно от «Кроны» или аккумуляторов 7Д-0,1.

Налаживание сигнализатора сводится к подбору желаемой тональности звука изменением величин деталей мультивибратора (R_2,

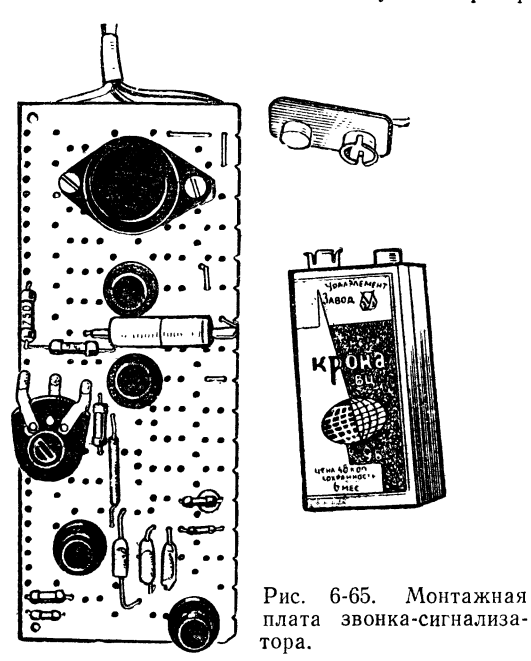


Рис. 6-65. Монтажная плата звонка-сигнализатора.

R_3, C_1, C_2), а также выбору наилучшего режима работы усилителя с помощью переменного резистора R_5. Статический коэффициент усиления транзисторов T_1 и T_2 должен быть не менее 30, а транзисторов, входящих в усилитель, — не менее 20.

Описанный сигнализатор прост по устройству и налаживанию и может быть рекомендован для изготовления даже малоопытными радиолюбителями. Однако однотонный звук, издаваемый сигнализатором, не всегда удовлетворит более взыскательного потребителя, и поэтому генератор для звонка можно выполнить таким, чтобы он обеспечивал двухтональный сигнал или сигнал в виде сирены.

Выключатель-автомат

Несложные электронные устройства позволяют придавать привычным предметам домашнего обихода совершенно новые качества, например, обычную осветительную электрическую лампочку можно сделать «волшебной», послушно зажигающейся от короткого звука. Изготовив такое устройство, вы не будете искать в темноте выклю-

чатель — достаточно хлопнуть в ладони, и электрическая лампа на столе, в люстре или торшере мгновенно включится. Еще хлопок — и свет гаснет.

Несмотря на кажущуюся сложность (в устройстве пять транзисторов и четыре диода, не считая других деталей), такой выключатель умещается в чашке настенной электрической розетки.

Блок-схема выключателя показана на рис. 6-66. Звук хлопка преобразуется микрофоном *Мк* в слабые электрические колебания звуковой частоты с затухающей амплитудой. Первое колебание усиленного сигнала запускает спусковое устройство, формирующее электрический импульс прямоугольной формы. Этот импульс поступает на дифференцирующую цепочку, где он преобразуется в два остроконечных импульса противоположной полярности. Положительный импульс срезается диодом, а импульс отрицательной полярности вызывает опрокидывание триггера, в результате чего срабатывает электромагнитное реле, которое своими контактами включает или выключает питание нагрузки.

Выключатель-автомат питается от сети через бестрансформаторный выпрямитель. Избыточное напряжение сети гасится на реактивном сопротивлении конденсатора C.

Принципиальная схема выключателя изображена на рис. 6-67. Затухающие синусоидальные электрические колебания, поступающие с микрофона *Мк*, усиливаются транзистором T_1 и с его нагрузочного резистора R_2 через конденсатор C_2 подаются на вход спускового устройства. Резистор R_1 служит для подачи смещения на базу транзистора T_1 от общего источника питания.

Спусковое устройство образуют транзисторы T_2, T_3 и относящиеся к ним резисторы R_3, R_5—R_8 и конденсатор C_4. В ждущем состоянии спускового устройства транзистор T_2 закрыт, а транзистор T_3 открыт. В это время напряжение на коллекторе T_2 близко к полному напряжению источника питания, а коллекторное напряжение транзистора T_3 близко к нулю Как только на вход спускового устройства начинает поступать напряжение сигнала, его первая отрицательная полуволна откроет транзистор T_2 и в схеме возникает лавинообразный процесс опрокидывания. Напряжение на коллекторе транзистора T_2 становится близким нулю и транзистор T_3, база которого соединена непосредственно с коллектором транзистора T_2, мгновенно закроется. При этом напряжение на коллекторе T_3 становится близким напряжению источника питания. После опрокидывания схемы начинает заряжаться конденсатор C_4 через резисторы R_8 и R_6 и открытый эмиттерный переход транзистора T_2. По мере заряда конденсатора C_4 напряжение на базе транзистора T_2 становится все менее отрицательным и при достижении примерно нулевого уровня транзистор T_2 закрывается. В схеме вновь возникает лавинообразный процесс, завершающийся обратным опрокидыванием — транзистор T_2 закрывается, а T_3 открывается.

Процессы перехода транзисторов T_2 и T_3 из одного состояния в другое происходят почти мгновенно, поэтому на коллекторе T_3 образуется прямоугольный отрицательный импульс напряжения, длительность которого определяется емкостью конденсатора C_4 и сопротивлением резистора R_6.. Длительность этого прямоугольного импульса должна быть в несколько раз больше длительности затухающих звуковых колебаний, отрицательные полупериоды которых способны открывать транзистор T_2 спускового устройства. За это время должно сработать и электромагнитное реле P_1, иначе щелчок его якоря мо-

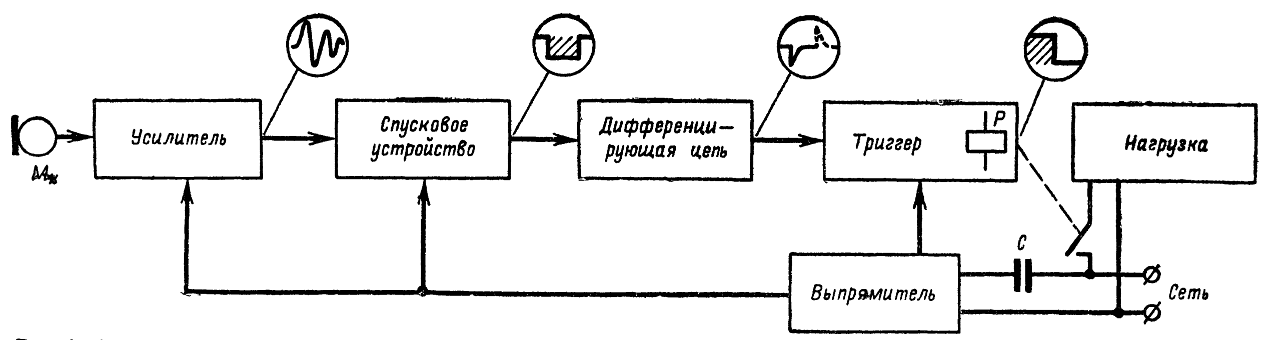


Рис. 6-66. Блок-схема выключателя-автомата.

Рис. 6-67. Принципиальная схема выключателя-автомата.

жет вызвать ложное срабатывание выключателя. Однако если прямоугольный импульс такой длительности подать непосредственно на триггер, то его опрокидывание может происходить нечетко. Поэтому прямоугольный импульс необходимо продифференцировать. Эту задачу выполняет цепочка C_6R_{10}. Для опрокидывания триггера достаточно только одного импульса отрицательной полярности. Поэтому положительный выброс замыкают на общий плюсовой проводник через диод $Д_1$.

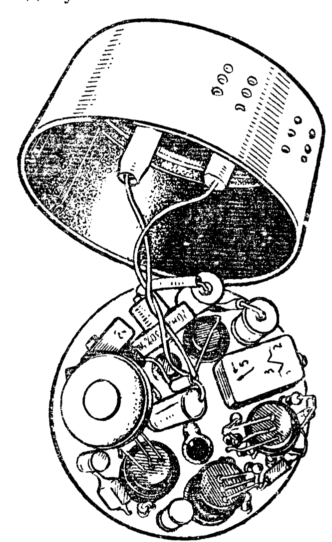


Рис. 6-68. Внешний вид выключателя-автомата.

Триггер образуют совершенно одинаковые и симметричные каскады на транзисторах T_4 и T_5. Схема триггера представляет собой двухкаскадный усилитель с положительной обратной связью и в ней невозможно устойчивое состояние, при котором оба транзистора открыты и токи через них равны друг другу. Поэтому когда включено питание, то за счет какой-то незначительной разницы в параметрах каскадов триггера один из его транзисторов будет открываться, а другой за счет положительной обратной связи закрываться. Допустим, что открывается транзистор T_4. Напряжение на его коллекторе по мере увеличения тока через него приближается к нулю. Это напряжение через резистор R_{12} подается на базу транзистора T_5 и закрывает его. Триггер будет находиться в этом устойчивом состоянии до тех пор, пока оно не изменится под действием какого-либо внешнего фактора. Таким фактором будет импульс, поступающий на общую точку соединения базовых конденсаторов C_7 и C_8 триггера.

При поступлении на триггер с дифференцирующей цепи отрицательного импульса, тот из его транзисторов, который был закрыт, откроется напряжением этого импульса. В нашем случае — это транзистор T_5. Как только он откроется, напряжение на его коллекторе станет близким к нулю. Это напряжение через резистор R_{13} подается на базу транзистора T_4 и закрывает его. Произойдет переброс триггера в другое устойчивое состояние. Это состояние сохранится до тех пор, пока на базовые конденсаторы не поступит следующий импульс, вызывающий переброс триггера в предыдущее состояние.

Если транзистор T_4 открыт, а T_5 закрыт, обмотка реле P_1 обесточена и его контакты разомкнуты. При перебросе триггера транзистор T_4 закроется, а T_5 откроется. Теперь через обмотку реле пойдет коллекторный ток транзистора T_5 реле сработает и его контакты, замкнувшись, включат нагрузку. При повторном хлопке произойдет снова переброс триггера, транзистор T_5 окажется закрытым, реле обесточится и выключит нагрузку. Выпрямитель выключателя собран на диодах $Д_3$ и $Д_4$. Избыточное напряжение сети гасится конденса-

тором C_{13}. Конденсаторы C_3, C_5 и C_{11} совместно с резисторами R_4 и R_9 образуют ячейки фильтра, сглаживающего пульсации выпрямленного напряжения. Они, кроме того, защищают автомат от ложных срабатываний при попадании помех из сети. Диод $Д_2$ предохраняет транзистор T_5 от пробоя, который может произойти в результате возникновения в обмотке реле значительной э. д. с. самоиндукции при перебрасывании триггера. Конденсатор C_{12} уменьшает искрение при размыкании контактов реле и предохраняет контакты от обгорания.

Автомат (рис. 6-68) собран на круглой плате из листового текстолита (гетинакса или другого изоляционного материала) толщиной 1,5—2 *мм*. Внешний диаметр монтажной платы (55 *мм*) определяется внутренним диаметром корпуса карболитовой настенной электрической розетки. Контактная система розетки не используется.

В отверстия в корпусе розетки, предназначавшиеся ранее для вилки сетевого шнура, устанавливают металлические контактные гнезда для включения настольной лампы, радиоприемника или другой нагрузки. Контакты реле включают в разрыв провода, соединяющего одно гнездо на розетке с контактным штырем, упрепленным с обратной стороны монтажной платы. Диаметр штырей и расстояние между ними должно соответствовать размерам стандартной сетевой вилки, чтобы переключатель можно было включать, как переходную колодку, в настенную штепсельную розетку.

Монтажную плату вставляют в корпус и привинчивают одним или двумя болтами. Монтажная плата должна полностью входить в корпус. При этом следует еще предусмотреть место для фальшпанели — тонкой пластинки из изоляционного материала, закрывающей снизу корпус и монтажные проводники.

Поскольку в корпусе розетки места очень мало, все детали должны быть малогабаритными и монтировать их следует вертикально. Для выпрямителя можно использовать точечные диоды типа Д9Ж. Реле, использованное в описываемом автомате, типа РЭС-10.

В качестве микрофона можно использовать малогабаритный наушник от слухового аппарата или капсюль типа ДЭМШ. В корпусе розетки против того места, где будет установлен микрофон, следует просверлить несколько отверстий для того, чтобы звук беспрепятственно проникал к мембране микрофона.

Конденсатор C_{13}, гасящий избыточное напряжение сети, подобран опытным путем. Для сети напряжением 127 *в* он составлен из двух соединенных параллельно конденсаторов типа МБМ емкостью 0,5 и 0,25 *мкф* на рабочее напряжение 160 *в*. Для сети напряжением 220 *в* емкость этого конденсатора должна быть около 0,5 *мкф*, рабочее напряжение не менее 300 *в*.

Налаживать выключатель проще всего с помощью осциллографа. Кривые напряжения в различных каскадах, которые должны быть на экране осциллографа, показаны на принципиальной схеме (рис. 6-67). Режимы работы транзисторов по постоянному току устанавливают резисторами R_1, R_3 и R_7. Иногда при налаживании выключатель может ложно срабатывать из-за щелчка, возникающего при резком притягивании якоря реле. Если подбором режима работы транзисторов этого избежать не удается, то на сердечник реле следует наклеить тонкую полоску материи для амортизации.

Контакты реле РЭС-10 не рассчитаны на коммутацию больших токов, поэтому мощность нагрузки звукового выключателя не должна превышать 60 *вт*.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 1 р. 17 к.